IV Всероссийская научно-техническая конференция
аспирантов, магистрантов и молодых ученых
с международным участием



«Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в XXI веке»

20-21 апреля

Ижевск, 2016
ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «ИЖГТУ ИМЕНИ М. Т. КАЛАШНИКОВА»

IV Всероссийская научно-техническая конференция
аспирантов, магистрантов и молодых ученых
с международным участием

Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке

Ижевск
(20 – 21 апреля 2016 г.)

Сборник материалов конференции

Ижевск, 2016

УДК 62(06)
ББК 30у
М75

Редакционная коллегия

Тюрин А. П., д.т.н., проф.; **Зубкова Ю. В.**, ст. преподаватель кафедры «Мехатронные системы»; **Сяктерева В. В.**, к.т.н., доцент кафедры «Вычислительная техника», зам. начальника УМАД; **Мурашов С. А.**, к.т.н., доцент кафедры «Приборы и методы контроля качества»; **Самохвалов А. В.**, к.т.н., доцент кафедры «Вычислительная техника».

Ответственные за выпуск

А. П. Тюрин, доктор технических наук, профессор.
В. В. Сяктерева, кандидат технических наук, доцент.

Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке [Электронный ресурс] : электронное научное издание : сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 20-21 апреля 2016 года / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». – Электрон. дан. (1 файл : 33 Mb.). – Ижевск : ИННОВА, 2016. – 1044 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Acrobat reader 6.0 и выше – ISBN 978-5-9906851-5-4.

Сборник составлен из работ аспирантов, магистрантов, молодых ученых и студентов ИжГТУ имени М.Т. Калашникова и вузов-партнеров, отражающих результаты исследования в области приоритетных направлений развития науки и техники. Работы молодых ученых представлены в 13-ти тематических разделах.

Перевод рукописей для раздела «Advanced technologies in business environment and manufacturing» выполнен под непосредственным контролем сотрудников кафедры «Английский язык» (зав. кафедрой Архипова Е. И.).

УДК 62(06)

ISBN 978-5-9906851-5-4
© ООО ИННОВА, 2016

Научно-практическая конференция «Шаг в науку»

в рамках Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке»

Ежегодно кафедра «Мехатронные системы» ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова проводит творческий конкурс для школьников по мехатронике, робототехнике, программированию «Мехатроника и робототехника» («МиР»). Конкурс «МиР» проводится Министерством образования и науки УР и ИжГТУ с целью выявления лиц, проявивших интерес к мехатронике и робототехнике, популяризации мехатроники и робототехники, а также развития научного и научно-технического творчества молодежи в средних учебных заведениях. Конкурс состоит из двух этапов – заочного (ноябрь – февраль), который включает в себя решение задач, и очного, проводимого традиционно в виде защиты участниками собственных проектов в рамках научно-практической конференции «Шаг в науку», приуроченной к Всероссийской научно-практической конференции магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI век».

Организаторами НПК «Шаг в науку» являются кафедра «Мехатронные системы» в лице заведующего кафедрой Абрамова Андрея Ивановича (председатель секции «Мехатроника, робототехника и автоматизация», старшего преподавателя Зубковой Юлии Валерьевны (организатор конкурса «МиР» и секретарь секции), а также МБОУ ДО ИТЦ «Форсайт» в лице директора Русалевой Марии Леонидовны.

В работе конференции в 2015 году приняли участие более 50 человек из образовательных учреждений г. Ижевска и УР, а в 2016 году участников насчитывалось уже более 80. В этом году победитель конкурса «МиР», награжденный дипломом I степени за разработку модели андроидного робота с использование датчиков давления (Оленчиков Сергей, СОШ № 64), получил также грант от кафедры «Мехатронные системы» в размере 10000 рублей.

Кафедра «Мехатронные системы» благодарит за участие всех принявших участие в работе конференции 20-22 апреля 2016 г. и приглашает всех желающих поучаствовать в конкурсе «МиР» в 2016-2017 учебном году!

По всем вопросам можно обращаться на электронный адрес zubkov-jr@yandex.ru или по телефону 89127430435: координатор Зубкова Юлия Валерьевна.

Раздел 1. Механика, машиностроение, металлургия

Содержание

Pushkareva T.A., Volkova D.A. Research of pipeline structural elements 5

Аглямов Д.Г., Морозов А.В.,Стародубцева В.А. Анализ способов создания нагрузки на валу синхронного двигателя при испытании в рабочем режиме 7

Антонов А.А., Артемьев А.А., Дубцов Ю.Н. Модифицирование наплавленного металла при дуговой наплавке с использованием присадочных порошковых проволок 12

Балобанов Н.А., Балобанова М.А., Макарова Е.В., Макаров С.С. Математическое моделирование конвективного теплообмена несущей оболочки с активным теплозащитным покрытием твердотопливного двигателя 15

Балобанова М.А., Балобанов Н.А., Макарова Е.В., Макаров С.С. Математическое моделирование конвективного теплообмена несущей оболочки с пассивным теплозащитным покрытием твердотопливного двигателя 23

Гиззатуллина А.Ф., *Королев С.А.* Исследование влияния потока газов, истекающих из канала ствола орудия, на скорость движения снаряда 31

Емельянов С.П., *Максименко А.К.*, *Тимощенко А.А.*, *Волков А.А.*, *Хандожко А.В.*, *Захаров Л.А.*, *Щербаков А.Н.* Конструкция и технология изготовления железобетонной станины опытной модели шлифовально-заточного станка с ЧПУ 38

Коновалов М.С., *Шеногин В.П.* Исследование стойкости прошивных оправок малого диаметра из сплава на основе Ni_3Al 44

Королев С.А., Зорина Е.К. Разработка методики учета возмущающих факторов при стрельбе с подвижного носителя 50

Коротков Д.И., *Селифонов В.С.* Разработка технологии и исследование процесса заточки прямозубых зуборезных долбяков 56

Костюков М.В., Шмат А.С., Щербаков А.Н., Захаров Л.А., Хандожко А.В. Разработка специализированного отрезного станка для пластмассовых деталей 59

Кунгуров Д.А. Разработка технологической оснастки для магнитно-абразивного полирования плоских поверхностей 66

Лакалина Н.Ю. Повышение эффективности обработки точных резьб большого диаметра в глубоких отверстиях 73

Лекомцев П.В. Экспериментальные исследования сухого трения пары материалов «корундовая керамика-кварцевое стекло» 78

Меньшиков Р.А., Закиров М.Ф. Определение мощности на привод питателя малогабаритного фрезерно-роторного снегоочистителя 85

Митрофанова Т.В., Деревянных Е.А. Предельное состояние призматических стержней с учетом трансляционной анизотропии и неоднородности 90
Полушко О.И., Лозбинев В.П. Совершенствование конструкции торцевой стены универсального полувагона..... 97
Пушкарев К.Н., Сорокин С.В. Применение приспособлений с активными силовыми механизмами при обработке нежестких высокотехнологичных деталей 99
Усынин В.А, *Щенятский А.В.* Многослойные прессовые соединения с прослойкой из компаунда..... 102
Селифонов В.С. Формирование микрогеометрии при механической обработке резинотканевых конвейерных лент..... 108
Сергеев А.Г., Петрешин Д.И. Структура системы управления шлифовально-заточного станка 114
Сидоренкова А.И., Польский Е.А. Технологическое обеспечение качества высокотехнологичных сборочных единиц со сложнопрофильными поверхностями на основе анализа размерных связей ... 118
Шилина Т.М., Хандожко А.В., Захаров Л.А. Особенности разработки УП для оборудования на системе Mach3 121
Шмат А.С., Хандожко А.В., Захаров Л.А., Щербаков А.Н., *Костюков М.В.* Выбор компоновочного решения при проектировании фрезерно-гравировального станка 124
Шпидько А.С., Польский Е.А. Технологическое обеспечение требуемой точности механической обработки деталей из неметаллических и композитных материалов на основе определения весовых коэффициентов значимости отдельных элементарных погрешностей 129
Шуклин И.В., Закиров М.Ф. Разработка малогабаритного цепного скалывателя для удаления льда и уплотненного снега 132

УДК 621(045)

Раздел 1. Механика, машиностроение, металлургия

Pushkareva T.A., the student, e-mail pushkarev@istu.ru;
Volkova D.A., senior teacher, e-mail avoklov@gmail.com

Kalashnikov ISTU

Research of pipeline structural elements

Abstract: The generalized structural elements of pipeline transport system are considered. The principles of structural analysis for technical systems and its application to pipelines with the operating and service equipment are discussed.

Keywords: structure, structural element, pipeline, valves, drive.

Pipelines are one of the most widespread engineering systems. Their length increases yearly, the equipment connected with their service becomes sophisticated, costs of their production and operation increase. Search of pipeline rational design solutions, pipeline control valves and auxiliary devices becomes an important factor. For the solution of similar problems, it is expedient to use methods of the functional and cost analysis [1, 2]. Its first stage is the analysis of the pipelines system structure [3–5].

The pipeline transport system consists of the interconnected structural elements, each of which, in turn, represents a subsystem [3]. The basic structural elements are presented in Fig. 1. It should be noted that by consideration the structure of any object the most essential factor is existence of an element in the system, but not its definite type. The design version of an element and the choice of possible options is carried out by means of other methods, for example, the morphological analysis [6–8].

One of structural elements is insulation (Fig. 1). Insulation as a component of a pipeline network can be implemented in various ways. These elements include also other types of insulation (thermal, anticorrosive, etc.). They, on the one hand, protect a pipeline network from external and internal influence, and, on the other hand, the surrounding environment from the transported liquid.

Another component of structure is protection elements. For example, protection against corrosion is carried out by introduction of additional components to the transported liquid. Protection against hydraulic shocks provides both material elements, and special events [9, 10]. These elements belong to pipeline transport system in general, unlike insulation, which is a part of a pipeline network. Stations of frequency regulation refers mainly to the pumps and are, therefore, excluded from the operating equipment of all pipeline transport system. The operating equipment includes valves of different function, drives, control units, etc. [3].

Lack of modifications and various constructive solutions of structural elements is a consequence from the principle of generalization. So, for example, dividing element “drives” on hydraulic, pneumatic, electric, etc. or the fitting element on tees, crosspieces, branches, caps is incorrect [3]. First, the fitting doesn't consist of tees and branches. Secondly, presence of various types of drives as the isolated elements would lead to complication classification of separate structural components. Consideration of options of design version and classification of elements is an important investigation phase, but it is made by means of other methods including the structural analysis and synthesis [11].

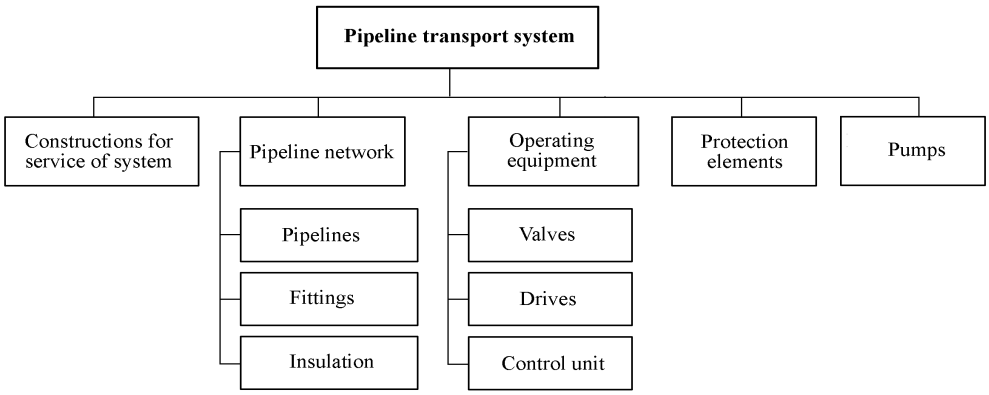


Figure. Structural elements of pipeline transport system

Any method of the solution of a task implies simplification. The same can also be applied to the principles of structuring of pipeline transport system. The correct simplification supposes an exception of the elements, which are slightly influencing the result of the further analysis. Constructions for service system in this case aren't considered in detail. They are reflected in a type of the integrated element, as a subject of consideration is directly the pipelines network and the operating equipment.

The simplified scheme of structural elements given above is a basis for creation of a structural model of pipeline transport system. The structural model allows presentation the system in general, consideration the mutual effect of its components, to find out their interrelation. The structural model is necessary for the further researches aiming the reduction of production costs and service expenditures of the system with saving its functionality. The following research phase is making functional, functional and structural model of all pipeline transport system.

References

1. *Pushkarev I.A.* Functional and structural model of a heat supply of buildings with use of nonconventional power sources // Forth Forum of Young Researches. In the framework of International Forum “Education Quality – 2014”: Conference Proceedings. Editorial board: Boris Yakimovich; Yury Turygin. – Izhevsk: Publishing House of Kalashnikov ISTU, 2014. – pp. 225–227.

2. *Pushkarev I.A.* Functional and structural model of heat supply of buildings when using the thermal pump // Science. Technologies. Innovations: Materials of the All-Russian

scientific conference of young scientists in 11 parts. – Novosibirsk: NSTU, 2014. – T. 5. – pp. 45–47.

3. *Pushkareva T.A.* Structure of pipeline transport system // Fundamental and Applied Researches in the Modern World. – 2015. – No. 12-1. – pp.70-72.

4. *Grinberg V.N., Pushkarev A.E.* Structure and dynamics of folding aerodynamic surfaces of aircraft // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2001. – No. 1. – p. 34-41.

5. *Pushkarev A.E., Pushkarev I.A.* Structure of construction systems with mobile loadings and elements of protection against vibration // The Electronic Scientific Journal. – 2015. – No. 2(2). – pp. 235–238.

6. *Pushkareva T.A.* Matrix of ways of a heat supply of a house // Forth Forum of Young Researches. In the framework of International Forum "Education Quality – 2014": Conference Proceedings. Editorial board: Boris Yakimovich; Yury Turygin. – Izhevsk: Publishing House of Kalashnikov ISTU, 2014. – pp. 228–230.

7. *Pushkareva T.A.* Morphological analysis of ways of a heat supply of a house // Science. Technologies. Innovations: Materials of the All-Russian scientific conference of young scientists in 11 parts. – Novosibirsk: NSTU, 2014. – T. 5. – pp. 42–44.

8. *Pushkareva T.A.* Alternative systems of heating with use of wind power // Bulletin of Kama institute of humanitarian and engineering technologies. – 2013. – № 3 (33). – C. 48–52.

9. *Pushkareva T.A., Volkova D.A.* Motion law selection for pipeline valve locking body // Young scientists – to acceleration of scientific and technical progress in the XXI century: materials of III All-Russian scientific and technical conference of graduate students, undergraduates and young scientists with theinternational participation: electronic scientific edition. Responsible for issue: A.P. Tyurin, A.N. Dombrachev, 2015. – pp. 506–510.

10. *Pushkareva T.A.* Hydraulic shock and motion law selection for pipeline valve working surface // The Electronic Scientific Journal. – 2015. – No. 1(1). – pp. 115–119.

11. *Grinberg V.N., Pushkarev A.E.* Synthesis of design-layout schemes of folding stabilizers // The higher school of armourers – to the city of weapon glory. Anniversary collection of scientific works of machine-building faculty. Responsible for issue L.A. Galagan. – Izhevsk: Publishing House of ISTU, 1998. – C.81–85.

Аглямов Д.Г., магистрант, e-mail: hobox@inbox.ru;
Морозов А.В., старший преподаватель;
Стародубцева В.А., канд. техн. наук, профессор

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова»

Анализ способов создания нагрузки на валу синхронного двигателя при испытании в рабочем режиме

Аннотация: В данной статье представлен анализ способов создания нагрузки на валу синхронного двигателя при испытании в рабочем режиме. Произведено срав-

нение способов создания нагрузки на валу синхронного двигателя с помощью генератора постоянного тока и асинхронного двигателя в режиме динамического торможения.

Ключевые слова: синхронный двигатель, генератор постоянного тока, асинхронный двигатель, внешняя характеристика синхронного двигателя, индукционная характеристика синхронного двигателя.

К характеристикам нагрузочного режима относятся:

1. *Внешняя характеристика* - зависимость $U=(I_a)$, показывает падение напряжения на нагрузке, подключенной к обмотке статора, от величины протекающего в ней тока.

2. *Нагрузочная (индукционная) характеристика* - отражает связь между напряжением генератора и током возбуждения $U=(I_в)$ при постоянной величине тока нагрузки $I_a=const, \cos\varphi=const$ и постоянной частоте вращения $n=const.$

3. *Регулировочная характеристика* – это зависимость $I_в=(I_a)$, которая снимается при $U=const, \cos\varphi=const, n=const$. Характеристика показывает, как надо регулировать ток возбуждения I_B, чтобы при увеличении тока нагрузки I_a напряжение U оставалось постоянным.

4. *U – образные характеристики* зависимости тока в обмотке якоря синхронной машины I_a от тока возбуждения I_B при неизменных значениях активной мощности и напряжении на выводах обмотки якоря $I_a=(I_в)$.

5. *Угловые характеристики* зависимости активной мощности синхронной машины от угла сдвига $\theta_{вр}$ между напряжением на выводах обмотки якоря и ее электродвижущей силой по продольной оси при неизменных напряжении на выводах обмотки якоря, частоте тока в ней и токе возбуждения.

6. *Механическая характеристика.* Зависимость скорости вращения вала синхронной машины от его момента $\omega=(M)$.

Для того чтобы снять эти характеристики, необходимо иметь испытательный стенд. Нагрузка на испытуемый двигатель может быть создана на испытательном стенде двумя способами.

1. Жестко с валом синхронного двигателя соединяется генератор постоянного тока с независимым возбуждением. Тормозной момент создается за счет изменения тока в цепи якоря генератора с помощью активных сопротивлений включаемых в цепь якоря (рис.1).

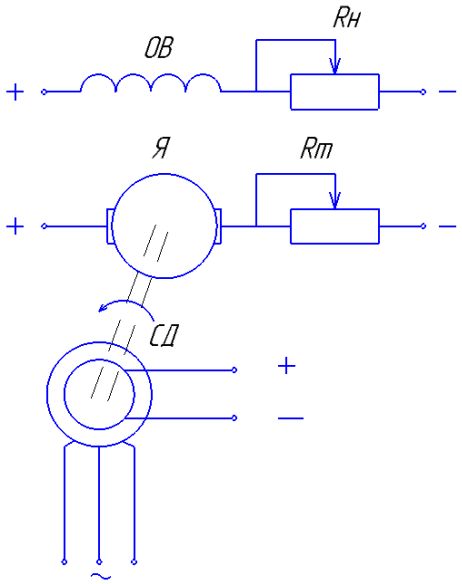


Рис. 1. Схема использования генератора постоянного тока с независимым возбуждением для создания тормозного момента на валу синхронного двигателя

Тормозной момент при реостатном торможении:

$$-M_T = -C_M \Phi_б I_a = \frac{C_M^2 \Phi_б^2}{R} \omega, \qquad (1)$$

где C_M – коэффициент, зависящий от конструкции двигателя, для каждой конкретной машины является величиной постоянной;

$\Phi_б$ – магнитный поток;

I_a – ток в якорной цепи ;

R – сопротивление якорной цепи.

ω – угловая частота вращения двигателя.

При $\Phi_б = const$ получим

$$\omega = M_T \frac{R}{C_M^2 \Phi_б^2}, \qquad (2)$$

При реостатном торможении механическая характеристика двигателя представляет собой прямую линию, проходящую через начало координат.

2. Создание тормозного момента с помощью асинхронного двигателя (рис. 2).

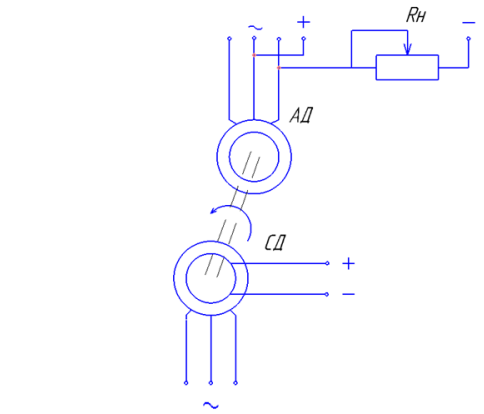


Рис. 2. Схема создания тормозного момента на валу синхронного двигателя с помощью асинхронного двигателя в режиме торможения

Динамическое торможение асинхронного двигателя осуществляется по различным схемам включения обмотки статора на сеть постоянного тока (рис. 3).

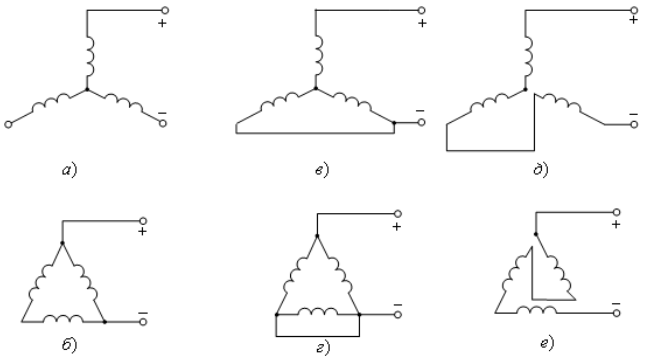


Рис. 3. Схемы включения обмоток статора асинхронного двигателя при динамическом торможении

Проходя по обмотке статора постоянный ток, образует неподвижное поле. Ротор продолжает вращаться с переменной частотой. В результате суммарного магнитного потока с током ротора возникает тормозной момент, который зависит от намагничивающей силы статора, сопротивления ротора и угловой скорости двигателя. Тормозной момент асинхронного двигателя в режиме динамического торможения аналогично уравнению механической характеристики асинхронного двигателя в двигательном режиме.

$$M_T = \frac{2M_{кр}}{\frac{S}{S_{кр}} + \frac{S_{кр}}{S}} = J\frac{d\omega}{dt}, \qquad (3)$$

где $M_{кр}$ – индуктивное сопротивление обмотки фазы статора; S – скольжение асинхронного двигателя; $S_{кр}$ – критическое скольжение асинхронного двигателя; J – момент инерции; $\frac{d\omega}{dt}$ – угловое ускорение.

Критическое скольжение в двигательном режиме существенно больше критического скольжения в режиме динамического скольжения.

$$S \sim \frac{r_2'}{x_1 + x_2'} >> S_{кр} \frac{r_2'}{x_M + x_2'} \qquad (4)$$

где x_1 – индуктивное сопротивление обмотки фазы статора; r_2' – приведенное к обмотке статора активное сопротивление фазы ротора; x_2' – приведенное к обмотке статора индуктивное сопротивление фазы ротора; x_M – индуктивное сопротивление контура намагничивания.

$$M_{кр} = \frac{3U_Ф^2}{2\omega_0[r_1 + \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_2')^2}]} \qquad (5)$$

где r_1 – активное сопротивление обмотки фазы статора; $U_Ф$ – действующее значение напряжения; ω_0 – скорость вращения магнитного поля статора.

Достоинство динамического торможения состоит в том, что процессом торможения можно управлять, изменяя величину постоянного тока, подаваемого в цепь статора, или изменяя величину добавочных сопротивлений, включаемых в цепь ротора.

Вывод:

1. Создание нагрузки с помощью генератора постоянного тока удобнее тем, что мы можем изменять момент согласно формуле $M = C_M \Phi_б I_a$.

2. Сложность второго способа – необходимость градуировки тормозного момента, так как рассчитать его невозможно из-за нелинейной механической характеристики асинхронного двигателя.

Список литературы

1. *Стародубцева В.А.* Статические и динамические характеристики двигателей в электроприводе. Ижевск. Издательство ИжГТУ, 2013.
2. *Гольдберг О.Д.* Испытания электрических машин. Учеб. Для вузов. – 2-е издание, испр. – М.: Высшая школа, 2000. – 255 с.: ил.
3. *Жерве Г.К.* Промышленные испытания электрических машин. – 4-е издание, сокр. и перераб. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1984. – 408с., ил.
4. *Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н. Л.* Испытания и надежность электрических машин: Учеб. пособие для вузов по спец. «Электромеханика». – М.: Высшая школа, 1988. – 232 с.: ил.

Антонов А.А., аспирант, e-mail: alantant@mail.ru;
Артемьев А.А., к.т.н., доцент;
Дубцов Ю.Н., к.т.н., старший преподаватель

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»

Модифицирование наплавленного металла при дуговой наплавке с использованием присадочных порошковых проволок

Аннотация: Разработана технология дуговой наплавки в защитных газах с использованием электронейтральной присадочной порошковой проволоки, содержащей нано- и микроразмерные частицы нитрида титана TiN. Обоснованы оптимальные технологические параметры ввода присадочной проволоки в сварочную ванну, обеспечивающие модифицирование наплавленного металла.

Ключевые слова: дуговая наплавка, наплавленный металл, порошковая проволока, присадочная проволока, модифицирование.

Модифицирование наплавленного металла и сварных швов производится путем введения в расплав сварочной ванны порошков тугоплавких химических соединений, обеспечивающих измельчение структуры и формирование новых упрочняющих фаз, способствующих повышению механических и эксплуатационных свойств наплавленного металла [1].

Использование тугоплавких частиц нитрида титана *TiN* в составе наполнителя электродной порошковой проволоки способствуют повышению твердости и износостойкости наплавленного металла [2], однако эффективность такого способа введения тугоплавких частиц в сварочную ванну ограничена повышенной степенью их диссоциации в высокотемпературной зоне. Более рационально введение присадочных материалов, содержащих тугоплавкие частицы, в низкотемпературную «хвостовую» часть сварочной ванны.

Применение известных способов наплавки с использованием присадочных проволок [3,4] с целью модифицирования наплавленного металла затруднено вследствие ряда факторов. Введение присадочных проволок, содержащих ультрадисперсные тугоплавкие частицы, перед электродом или на небольшом расстоянии после него, а также дополнительный нагрев проволок проходящим током, приводит к повышенным потерям модификатора из-за его расплавления и растворения. Введение электронейтральной присадочной проволоки в сварочную ванну под большими углами к наплавляемой поверхности существенно ограничивает скорость ее подачи, превышение которой вызывает приваривание проволоки к дну ванны. Это обусловливает необходимость определения оптимальных технологических параметров процесса наплавки с применением присадочной проволоки с модификатором.

Цель работы – исследование способа аргонодуговой наплавки плавящимся электродом с использованием присадочной порошковой проволоки с частицами TiN в наполнителе, обеспечивающей эффективное модифицирование

износостойкого наплавленного металла.

В процессе отработки способа наплавки в качестве электродной использовали порошковую проволоку диаметром 3 мм, обеспечивающую получение износостойкого наплавленного металла 200Х12М2НР. В качестве присадочной использовали порошковую проволоку диаметром 1,8 мм, состоящую из стальной оболочки и наполнителя, содержащего гранулированный порошок нано- и микрочастиц нитрида *TiN*. Скорость подачи присадочной проволоки, выбранная исходя из условия получения 0,6 % *TiN* от массы наплавляемого металла, составляла 0,21 м/мин.

Установлено, что при наплавке сплава 200Х12М2НР на оптимальных энергетических режимах формируется сварочная ванна длиной L=30…33 мм и глубиной до 6 мм (рис. 1). Исследование формы сечения сварочной ванны и результаты проведенных экспериментов при различных углах α ввода присадочной проволоки в ванну (от 20° до 50°) показали, что оптимальным значением α, обеспечивающим эффективное плавление проволоки в расплаве сварочной ванны, является величина 25°…30°.

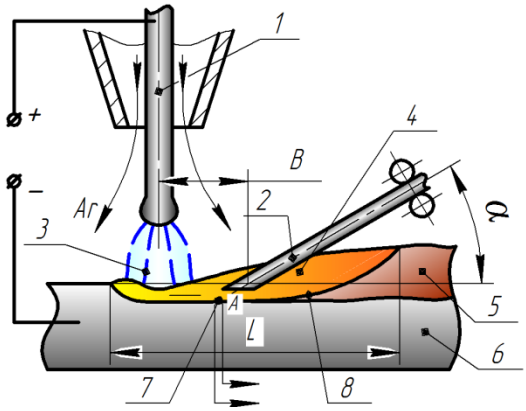


Рис. 1. Схема введения присадочной проволоки в сварочную ванну в процессе электродуговой наплавки: 1, 2 – электродная и присадочная проволоки соответственно; 3 – электрическая дуга; 4 – сварочная ванна; 5, 6 – наплавленный и основной металлы соответственно; 7 – термопара, расположенная вблизи фронта кристаллизации в сварочной ванне; 8 – фронт кристаллизации

Исследование теплового поля в реакционной зоне над сварочной ванной показало (рис 2.), что введение под оптимальным углом присадочной порошковой проволоки позволяет минимизировать перегрев содержащихся в ее наполнителе частиц *TiN* в периферийных областях плазмы дуги.

Измерение температуры металлического расплава ванны показало (рис. 2), что при уменьшении B от 0,55L до 0,25L температура расплава на поверхности ванны возрастает с 1360 °С до 1550 °С, но вблизи фронта кристаллизации она не превышает 1300 °С. При B < 0,3L плавление проволоки с тонкостенной оболочкой 0,25 мм происходит над сварочной ванной под воздействием плазмы дуги, что обусловливает повышенную степень диссоциации частиц *TiN*. При B > 0,5L скорость плавления проволоки в расплаве оказывается недостаточной и она может привариваться ко дну сварочной ванны, вызывая нарушение процесса наплавки.

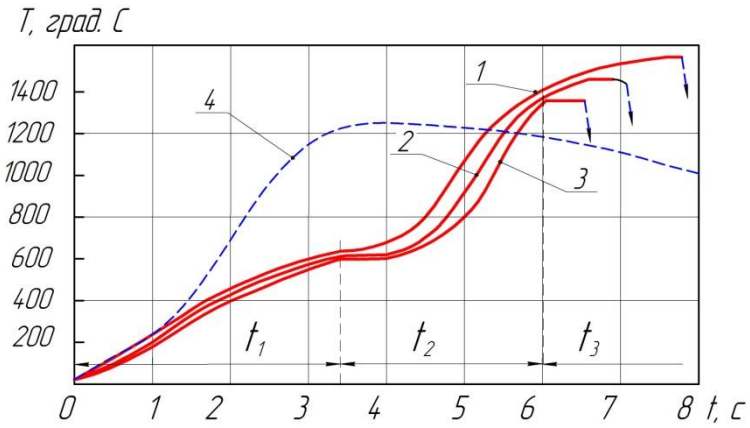


Рис. 2. Изменение температуры на торце присадочной проволоки при ее подаче в сварочную ванну на расстоянии от электрода B=0,25L (1), 0,4L (2), 0,55L (3), а также термический цикл (4) в точке А (на рис. 1): t1 – время формирования сварочной ванны без подачи проволоки; t2 – время движения проволоки до касания ванны; t3 – время движения проволоки в расплаве ванны (показано для B = 0,55L)

Установлено, что оптимальным с точки зрения стабильности процесса и эффективности модифицирования значением B является диапазон (0,4…0,5)L. При этом наблюдается высокий (0,78) коэффициент перехода титана из проволоки в наплавленный металл, что существенно превышает данный показатель (0,2…0,4) при классических способах электродуговой и электрошлаковой наплавки. Это свидетельствует о пониженной степени диссоциации частиц *TiN* в металлическом расплаве.

Металлографические исследования и микрорентгеноспектральный анализ наплавленного металла показали высокую однородность распределения в его объеме частиц *TiN*, которые имеют как глобулярную, так и кубовидную формы. Глобулярные включения, вероятно, являются сохранившимися в металле и не полностью диссоциировавшими частицами *TiN* из состава модификатора. Эти частицы могут становиться центрами кристаллизации, обеспечивая измельчение структурных составляющих в металле и инициируя выделение твердых фаз, упрочняющих металл.

Таким образом, введение присадочной порошковой проволоки, содержащей частицы *TiN*, в зону кристаллизации металлического расплава в процессе дуговой наплавки плавящимся электродом позволяет снизить степень диссоциации тугоплавких частиц и повысить эффективность модифицирования наплавленных сплавов.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (проекты №16-08-01276, 16-38-00764), а также гранта Президента РФ (№МК-4713.2016.8).

Список литературы

1. *Коберник Н.В., Михеев Р.С., Панкратов А.С., Линник А.А.* Современные представления о модифицировании наплавленного металла и металла шва наноразмерными частицами (обзор) // Сварка и диагностика . – 2015. – №5. – С. 13-18.
2. *Антонов А.А., Артемьев А.А., Соколов Г.Н.. Зорин И.В., Дубцов Ю.Н.* Влияние ультрадисперсных частиц нитрида титана TiN на структуру наплавленного металла системы Fe-Cr-C-Mo-Ni-Ti-B // Известия ВолгГТУ. Сер. Проблемы материаловедения, сварки и прочности в машиностроении. - Волгоград, 2015. - № 8 (168). - С. 138-140.
3. *Кауфман М.С, Спевак В.Я., Петухова Л.П.* Наплавочное производство за рубежом // Технология, организация и механизация сварочного производства: сб. науч. ст. / НИИИНФОРМТЯЖМАШ. – М., 1971. – №6. – С.30-43.
4. *Виноградов А. Н, Мешков В.В.* Анализ результатов исследования образцов, наплавленных автоматической наплавкой под слоем флюса при различных режимах подачи присадочной проволоки // Тяжелое машиностроение. – 2011. –№7 . – С. 2-7.

Балобанов[1] *Н.А.*, магистрант;
Балобанова[1] *М.А.* магистрант;
Макарова[1] *Е.В.*, к.т.н.;
Макаров[1,2] *С.С.*, к.т.н., доцент, e-mail: ssmak15@mail.ru;

[1]ФГБОУ ВПО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова
[2]ФГБУН Институт механики УрО РАН

Математическое моделирование конвективного теплообмена несущей оболочки с активным теплозащитным покрытием твердотопливного двигателя

Аннотация: Актуальным является разработка математических моделей и исследование процессов теплообмена при тепловой защите элементов конструкций двигателей силовых энергетических установок на твердом топливе. В работе приводится математическая модель конвективного теплообмена при тепловом взаимодействии высокотемпературных продуктов сгорания твердого топлива с осесимметричной несущей оболочкой конструкции силовой установки с сублимирующим активным теплозащитным покрытием. Температура в элементах конструкции определяется решением задачи одномерной нестационарной теплопроводности в цилиндрической системе координат при граничных условиях третьего рода с подвижной границей, перемещающейся с переменной по времени скоростью, равной скорости разложения и уноса теплозащитного покрытия. Решение дифференциального уравнения теплопроводности производится методом контрольного объема. Дискретный аналог дифференциального уравнения решается по неявной конечно - разностной схеме методом прогонки. На основе математической модели разработан численный алгоритм и при-

кладная программа для ЭВМ. Проведены расчеты процесса конвективного теплообмена при величинах тепловых потоков, характерных для сгорания твердотопливного заряда. Приведена динамика изменения теплового состояния двухслойной стенки при нестационарном прогреве, и уносе слоя теплозащитного покрытия по времени протекания процесса теплообмена и в зависимости от теплофизических свойств материала.

Ключевые слова: математическая модель, конвективный теплообмен, силовая энергетическая установка, активная тепловая защита, параметрический анализ.

Введение

Тепловая защита конструктивных элементов двигателя силовой энергетической установки на твердом топливе необходима для обеспечения допустимой температуры, при которой сохраняются условия бесперебойной работы. Тепловая защита элементов конструкции наносится на защищаемые поверхности со стороны создаваемых термических нагрузок. На рис. 1 приведена классификация теплозащитных покрытий (ТЗП) [1].

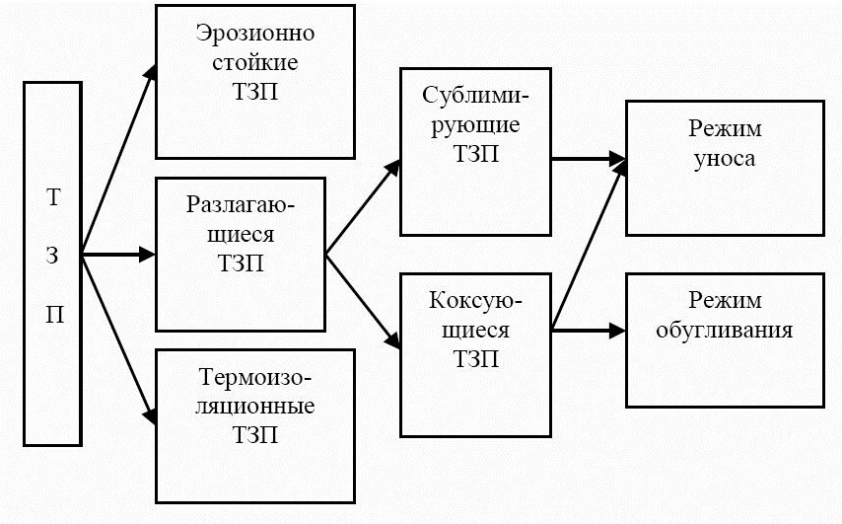


Рис. 1. Классификация ТЗП

По механизму поглощения тепла теплозащитные покрытия подразделяют на эрозионностойкие, аккумулирующие тепло всей массой, разлагающиеся ТЗП, где тепло затрачивается на физико-химические процессы, протекающие при разложении и уносе материала прикрытия и термоизоляционные, аккумулирующие тепло в поверхностном слое [2].

Разлагающиеся покрытия делят на сублимирующие, результатом разложения являются газообразные продукты и коксующиеся, у которых конечными продуктами разложения являются газообразные продукты и твердый пористый кокс. При определенных тепловых условиях разрушение и унос кокса может, как иметь место, так и отсутствовать. Полный унос продуктов разложения характерен для сублимирующихся покрытий. Сублимирующие покрытия разрушаются в результате фазового перехода из твердого состояния непосредственно в газообразное. В работе будем рассматривать сублимирующие теплоизоляционные материалы.

При построении математических моделей тепловых процессов конвективного теплообмена при тепловом взаимодействии высокотемпературных продуктов сгорания твердого топлива с осесимметричной несущей оболочкой конструкции силовой установки с активным сублимирующим теплозащитным покрытием будем, как и в работе [3] считать, что для нестационарных процессов справедливы критериальные соотношения, полученные в стационарных условиях. Разработку и построение математической модели будем проводить, основываясь на приведенном в [4, 5], математическом описании определения толщины теплозащитного покрытия активного типа.

Математическая модель

Рассмотрим составную конструкцию, состоящую из осесимметричной несущей оболочки силовой установки с сублимирующимся активным теплозащитным покрытием в виде полнотелого цилиндра. Несущая стенка имеет внешний радиус r_3 и внутренний радиус r_2, а толщина слоя теплозащитного покрытия $r_2 - r_1$.

На внутренней поверхности ТЗП имеет место тепловой поток, создаваемый высокотемпературными продуктами сгорания твердого топлива, движущимися со скоростью u_g и температурой T_g. Физическая схема расчетной области приведена на рис.2.

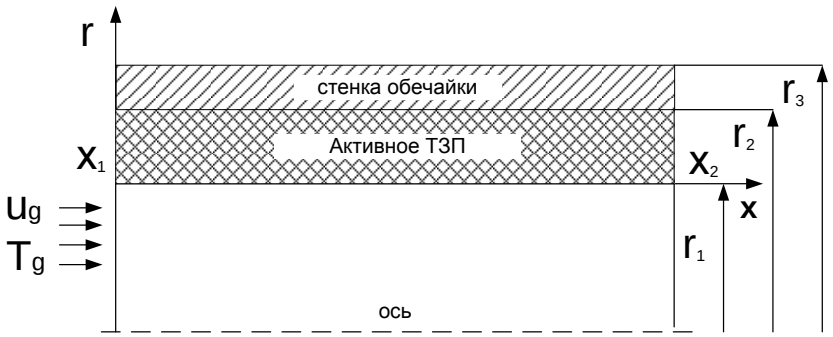


Рис. 2. Физическая схема двухслойной стенки

При разработке математической модели примем следующие предположения:

- конвективный теплообмен, создаваемый высокотемпературным потоком газа, происходит только на внутренней поверхности ТЗП с постоянной интенсивностью, не меняющейся весь период нагрева;
- на внешней поверхности стенки обечайки адиабатные условия;
- теплообмен происходит только в направлении по радиусу;
- теплофизические параметры газа, материалов стенки и ТЗП имеют постоянные значения;
- параметры в направлении r изменяются непрерывно, при этом на границе между ТЗП и стенкой выполняются условия сопряжения по тепловым параметрам;

- при разрушении материала ТЗП происходят химические реакции с поглощением тепла, без внутреннего уноса массы;

- считается, что суммарные затраты тепла на все физические, химические процессы, связанные с разложением материала ТЗП учитываются эффективной энтальпией H_{tz};

- полный унос массы ТЗП в виде конечных газообразных продуктов происходит при превышении температуры деструкции.

Решение задачи нестационарной теплопроводности будем проводить, используя дифференциальное уравнение (1), записанного для цилиндрического тела с подвижной границей $r = r_1$, перемещающейся по времени со скоростью, равной скорости разложения и уноса слоя теплозащитного покрытия по времени протекания процесса теплообмена:

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\lambda\frac{\partial T}{\partial r}\right) - \dot{m}_{tz}H_{tz} \qquad (1)$$

где c, λ, ρ – соответственно удельная теплоемкость, теплопроводность и плотность материала ТЗП и стенки обечайки; H_{tz} - удельные суммарные затраты тепла, связанные с разложением и уносом материала ТЗП; $\dot{m}_{tz}$ - удельная массовая скорость уноса материала ТЗП; t - время.

Краевые условия: $t = 0$ $T_{tz} = T_{st} = T_0$;

при $r = r_1$ $\quad -\lambda_{tz}\dfrac{\partial T_{tz}}{\partial r} = \alpha\left(T_g - T_{tz}\right)$;

при $r = r_2$ $\quad -\lambda_{tz}\dfrac{\partial T_{tz}}{\partial r} = -\lambda_s\dfrac{\partial T_{st}}{\partial r}$, $T_{tz} = T_{st}$; при $r = r_3$ $\quad \dfrac{\partial T_{st}}{\partial r}$.

Параметры с индексами tz, st относятся соответственно к ТЗП и стенке.

Метод решения

Для решения уравнений (1) будем использовать метод контрольного объема [6]. Дискретный аналог для внутренних расчетных узлов $i = 2...N-1$, получим интегрированием уравнения (1) по контрольному объему, ограниченному гранями s и n на расчетном шаге по времени Δt.

$$c\rho\int_s^n\int_t^{t+\Delta t}\frac{\partial T}{\partial t}dtdr = \int_t^{t+\Delta t}\int_s^n\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\lambda\frac{\partial T}{\partial r}\right)drdt - \dot{m}_{tz}H_{tz} \qquad (2)$$

Примем, что значение температуры T_P в узловой точке распространено на весь контрольный объем, тогда левая часть уравнения (2) примет вид:

$$c\rho\int_s^n\int_t^{t+\Delta t}\frac{\partial T}{\partial t}dtdr = c\rho\left(r_n - r_s\right)\left(T_P^{n+1} - T_P^{n}\right), \qquad (3)$$

где n – временной слой.

Для выражения правой части уравнения (2) введем предположение относительно изменении во времени от t до $t+\Delta t$: $\int_t^{t+\Delta t} T_P dt = \left(fT_P^{n+1} - (1-f)T_P^n\right)\Delta t$, где f - весовой коэффициент. Используя аналогичные соотношения для интегралов от T_S и T_N имеем:

$$\left\{\frac{1}{r_P} f\left[\frac{r_n\lambda_n\left(T_N^{n+1}-T_P^{n+1}\right)}{\delta r_n} - \frac{r_s\lambda_s\left(T_P^{n+1}-T_S^{n+1}\right)}{\delta r_s}\right] + \frac{1}{r_P}(1-f)\left[\frac{r_n\lambda_n\left(T_N^{n}-T_P^{n}\right)}{\delta r_n} - \frac{r_s\lambda_s\left(T_P^{n}-T_S^{n}\right)}{\delta r_s}\right]\right\}\Delta t$$

Для полностью неявной схемы $f=1$. Тогда дискретный аналог дифференциального уравнения (1) для расчетного узла температурой T_P, с учетом (3) запишем в виде:

$$a_P T_P^{n+1} = a_N T_N^{n+1} + a_s T_S^{n+1} + b, \qquad (4)$$

где $a_N = \frac{r_n\lambda_n}{r_p\delta r_n}$; $a_S = \frac{r_s\lambda_s}{r_p\delta r_s}$; $a_P^n = \frac{c\rho\left(r_n - r_s\right)}{\Delta t}$; $a_P = a_N + a_s + a_P^n$, $b = a_P^n T_P^n - \dot{m}_{tz} H_{tz}$.

Решение полученных уравнений вида (4) для внутренних расчетных узлов, с учетом заданных граничных условий, будем проводить методом прогонки [7].

Для определения текущего внутреннего радиуса на каждом временном шаге решается уравнение: $r_1^{n+1} = r_1^n + \delta r\Delta t$, где δr - толщина слоя ТЗП, температура которого, стала выше температуры деструкции материала T_c за расчетный шаг по времени Δt: $\delta r = \begin{cases} 0, & если \quad T\left(t+\Delta t\right) < T_c \\ \left(r_n - r_s\right)/\Delta t, & если \quad T\left(t+\Delta t\right) > T_c \end{cases}$.

Расчет массовой скорости уноса материала ТЗП сводится к учету зависимости массовой скорости разложения от температуры [5], которая обычно следует закону Аррениуса. В работе, в связи с принятыми предположениями, удельную массовую скорость уноса материала ТЗП будем находить из уравнения: $\dot{m}_{tz} = \rho_{tz}\delta r$.

В окрестности границы сопряжения материалов ТЗП и стенки расчетные шаги δr_i сетки измельчаем со стороны стенки, как это показано в [8], а слой ТЗП представлен в виде равномерной сетки с постоянным шагом. Для определения теплопроводности на грани сопряженных материалов используем среднее гармоническое величин теплопроводностей ТЗП и стенки [6].

Замыкающие зависимости

Для внутренней границы примем суммарное значение коэффициента теплоотдачи α, которое выразим как сумму (5) коэффициентов конвективной теплоотдачи (6) и теплоотдачи излучением (7).

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_l . \qquad (5)$$

Для определения α_k используем критериальное уравнение [9]:

$$\alpha = c_g (\rho u)_g A \mathrm{Re}^{-m} \mathrm{Pr}^{-n}, \qquad (6)$$

где $\mathrm{Re} = (\rho u)_g \chi / \mu_g$ критерий Рейнольдса; $\mathrm{Pr} = \mu_g c_g / \lambda_g$ - критерий Прандтля; c_g, λ_g, μ_g – соответственно удельная теплоемкость, теплопроводность и коэффициент динамической вязкости газообразных продуктов сгорания; $(\rho u)_g$ - массовая скорость потока газа; χ - характерный размер. Значение величин A, m и n зависит от характера взаимодействия газа со стенкой и режимов течения потока. Для случая обтекания ламинарным потоком $A = 0{,}33$; $m = 0{,}5$; $n = 0{,}67$. Для стенки турбулентного течения $A = 0{,}0296$; $m = 0{,}2$.

$$\alpha_l = \bar{\varepsilon}\sigma\left(T_g^4 - T_{tz}^4\right) / \left(T_g - T_{tz}\right), \qquad (7)$$

$\sigma_0 = 5.67 \cdot 10^{-8}\ Bm/\left(м^2 \cdot K^4\right)$ - постоянная Стефана - Больцмана; $\bar{\varepsilon} = \left(1/\varepsilon_g + 1/\varepsilon_{tz} - 1\right)^{-1}$ - приведенная степень черноты.

Характерный размер χ учитывает особенности параметров конвективного теплообмена в пограничном слое. Для рассматриваемого случая χ принимает промежуточные значения в диапазоне от x_1 до x_2. Будем считать, что $x_1 = 0$.

Результаты численных расчетов

Для проведения тестового численного расчета в качестве исходных данных для газового потока примем значения, приведены в [9, 10]. Характеристики материала стенки (титановый сплав) примем как в [11]. Материал ТЗП – ПТФЭ (политетрафторэтилен). Эффективную энтальпию рассчитываем по температуре разложения [2]. Геометрия: $r_1 = 0{,}290$ м; $r_2 = 0{,}306$ м; $r_3 = 0{,}309$ м; $\chi = 0{,}1$ м. Начальная температура двухслойной стенки $T_0 = 293$ К. Температура продуктов сгорания твердого топлива $T_g = 2200$ К. Приведенная степень черноты $\bar{\varepsilon} = 0{,}15$.

На рис. 3 приведен график изменения температуры поверхности ТЗП при нестационарном прогреве ТЗП до момента начала разложения и уноса материала.

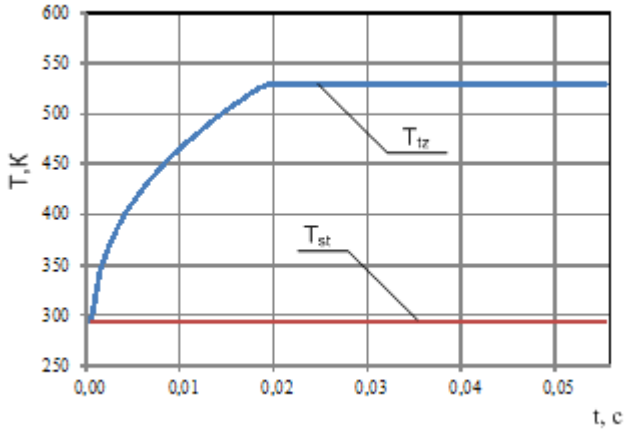


Рис. 3. Температура поверхности ТЗП и стенки

Видно, что повышение температуры поверхности ТЗП до температуры деструкции $T_c = 530$ К [2] составляет время порядка 0,02 с. После чего, согласно принятым при построении модели допущениям, происходит разрушение и унос материала ТЗП.

На рис. 4 приведено распределение температуры в момент полного уноса материала ТЗП.

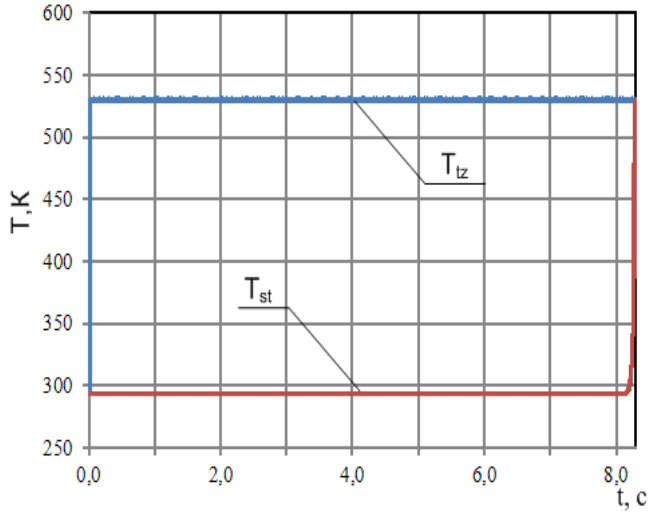


Рис. 4. Температура поверхности ТЗП и стенки

Видно, что по мере уноса материала ТЗП материал несущей стенки начинает прогреваться. Время полного уноса слоя ТЗП составляет t =8,3 с. Температура поверхности несущей стенки становится равной температуре деструкции ТЗП.

На рис. 5 приведено распределение температуры в несущей стенке в момент времени работы двигателя, когда толщина слоя ТЗП становится равна нулю.

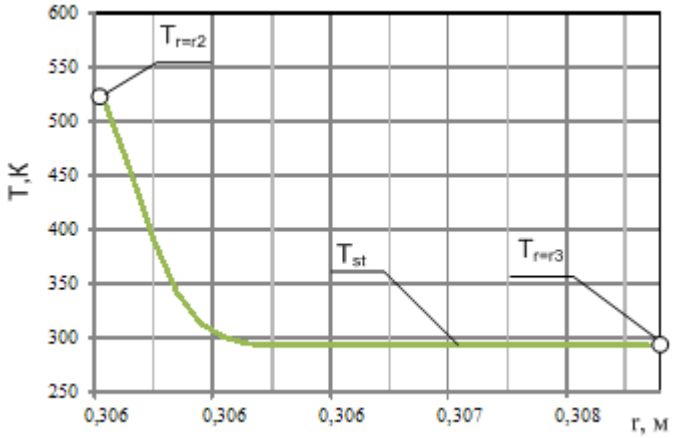


Рис. 5. Температура по толщине несущей стенки при полном уносе ТЗП

Видно, что в момент времени полного уноса ТЗП профиль температуры несущей стенки отличается от начального распределения. Дальнейший расчет сводится к определению температуры в однослойной стенке.

Заключение

Таким образом, приведенная в работе математическая модель конвективного теплообмена несущей оболочки с активным теплозащитным покрытием может быть использована при теоретической и практической подготовке студентов по направлению «Энергетическое машиностроение».

Список литературы

1. Тепловое проектирование элементов конструкции ракетных двигателей на твердом топливе: учебное пособие. / Сост. Белов В.П. Балт.гос.техн.ун-т. – СПб., 2010. – 51 с.
2. *Полежаев Ю.В., Юревич Ф.Б.* Тепловая защита /Под ред. Лыкова А.В. – М.: Энергия, 1976. – 392 с.
3. *Липанов А.М.* Численный эксперимент в теории РДТТ./ Липанов А.М., Бобрышев В.П., Алиев А.В., Спиридонов Ф.Ф., Лисица В.Д. – Екатеринбург: УИФ, 1994. – 300 с.
4. *Липанов А.М., Алиев А.В*. Проектирование ракетных двигателей твердого топлива. – М.: Машиностроение, 1995. – 400 с.
5. *Шапиро Я.М., Мазинг Г.Ю., Прудников Н.Е.* Теория ракетного двигателя на твердом топливе. – М.: Военное издательство министерства обороны СССР, 1966. – 256 с.
6. *Патанкар С.* Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152 с.
7. *Алиев А.В., Мищенкова О.В.* Математическое моделирование в технике. – М. – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2012. – 476 с.
8. *Липанов А.М., Макаров С.С.* Численное решение задачи охлаждения высокотемпературного сплошного металлического цилиндра. //Машиностроение и инженерное образование – Москва, 2012. - № 4. – С. 33 – 40.

9. *Белов В.П.* Расчет параметров и характеристик ракетных двигателей: практическое пособие. / Сост. Белов В.П. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2013. – 47 с.
10. Методические и справочные материала к расчету тепловой защиты РДТТ. / Сост. Скаянская Т.А., Чухланцев В.В. – Ижевск: ИжГТУ, 2007. – 26 с.
11. Тепловое проектирование элементов конструкции ракетных двигателей: методические указания к выполнению домашнего задания. / Сост. Белов В.П. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2010. – 38 с.

Балобанова[1] *М.А.*, магистрант; *Балобанов*[1] *Н.А.* магистрант;
Макарова[1] *Е.В.*, к.т.н.; *Макаров*[1,2] *С.С.*, к.т.н., доцент e-mail: ssmak15@mail.ru;

[1]ФГБОУ ВПО ИжГТУ имени М.Т. Калашникова
[2]ФГБУН Институт механики УрО РАН

Математическое моделирование конвективного теплообмена несущей оболочки с пассивным теплозащитным покрытием твердотопливного двигателя

Аннотация: Актуальным является разработка математических моделей и исследование процессов теплообмена при тепловом проектировании элементов конструкций двигателей силовых энергетических установок на твердом топливе. В работе приводится математическая модель конвективного теплообмена при тепловом взаимодействии высокотемпературных продуктов сгорания твердого топлива с осесимметричной несущей оболочкой конструкции силовой установки с пассивным теплозащитным покрытием. Температура в элементах конструкции определяется решением одномерной нестационарной задачи теплопроводности в цилиндрической системе координат при граничных условиях третьего рода. Решение дифференциального уравнения теплопроводности производится методом контрольного объема. Дискретный аналог дифференциального уравнения решается по неявной конечно - разностной схеме методом прогонки. На основе математической модели разработан численный алгоритм и прикладная программа для ЭВМ. Проведены расчеты процесса конвективного теплообмена при величинах тепловых потоков, характерных для сгорания твердотопливного заряда. Определены значения температур, коэффициента теплоотдачи и плотности теплового потока в расчетном сечении двухслойной стенки. Приведена динамика изменения теплового состояния стенки несущей оболочки камеры сгорания и слоя теплозащитного покрытия по времени протекания процесса теплообмена в зависимости от их теплофизических свойств.

Ключевые слова: математическая модель, конвективный теплообмен, силовая энергетическая установка, пассивная тепловая защита, параметрический анализ.

Введение

Основные конструктивные элементы двигателя силовой энергетической установки на твердом топливе приведены на рис.1 [1]. Все элементы конструкции подвержены интенсивному нагреву высокотемпературными продуктами сгорания твердого топлива. За непродолжительный период времени работы

установки характерная температура конструктивных элементов достигает 2500 К -3600 К. Уровень плотности теплового потока также имеет значительную величину (5 - 50) МВт/м^2. Для расчета конвективного теплообмена общую схему разделяют на характерные зоны [2]: переднего днища; части твердотопливного заряда; заднее днище; сопло двигателя. Исходными данными для расчета являются: конструктивная схема двигателя и топливного заряда, изменение формы топливного заряда по времени, определяемое скоростью горения заряда по времени, давление в камере сгорания, теплофизические параметры продуктов сгорания и материалов конструктивных элементов, характерное значение скорости течения газообразных продуктов сгорания.

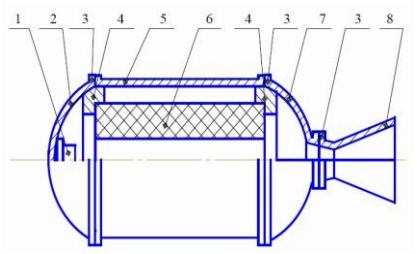


Рис. 1. Схема основных конструктивных элементов установки: 1 – воспламенитель; 2 – переднее днище; 3 – узлы соединения элементов конструкции; 4 – узлы крепления заряда; 5 – несущая оболочка двигателя; 6 – заряд твердого топлива; 7 – сопловое днище; 8 – сопло

Возможность традиционного аналитического решения задач нестационарного теплообмена в камере сгорания и теплопроводности в многослойных стенках ограничены. Это связано с тем, что реальные условия теплообмена существенно меняются во времени и нелинейно зависят от температуры поверхности, а материал стенки так же меняет свои теплофизические характеристики. Кроме того, в теплозащитных материалах могут происходить процессы термического разложения и иметь место фазовые переходы. Полное влияние этих и других факторов аналитически учесть сложно. В связи с этим, задачу будем решать, используя математическое описание процесса нестационарной теплопроводности с применением ЭВМ и методов численного моделирования [3]. Практическое применение выбранного подхода к построению математических моделей теплообмена высокотемпературных тел отражено в работах [4-7]. Численные алгоритмы задач нестационарного теплообмена металлического тела прямоугольной формы приводятся в работе [4], сопряженных тел прямоугольной формы в работе [5]. Для высокотемпературного сплошного металлического цилиндра решение приведено в работе [6], при взаимодействии высокотемпературного сплошного металлического цилиндра с потоками воды и воздуха [7].

Математическая модель

Из приведенных основных конструктивных элементов, воспринимающих существенные тепловые нагрузки, важным является несущая оболочка двигателя (поз.5, рис.1). В большинстве случаев конструктивно она представляет собой

полнотелый цилиндр, состоящий из несущей стенки обечайки, внешним радиусом r_3 и внутренним радиусом r_2, и слоя теплозащитного покрытия (ТЗП), толщина которого $r_2 - r_1$. Со стороны внутренней поверхности ТЗП движется поток высокотемпературных продуктов сгорания твердого топлива со скоростью u_g и температурой T_g. Физическая схема расчетной области приведена на рис.2.

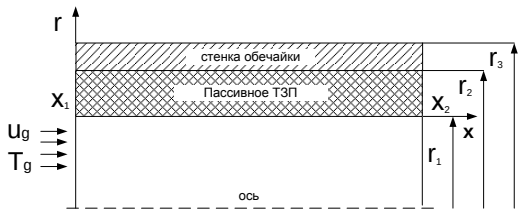


Рис. 2. Физическая схема двухслойной стенки

При разработке математической модели примем следующие предположения:

- конвективный теплообмен, создаваемый высокотемпературным потоком газа, происходит только на внутренней поверхности ТЗП с постоянной интенсивностью, не меняющейся весь период нагрева;
- на внешней поверхности стенки обечайки адиабатные условия;
- теплообмен происходит только в направлении по радиусу;
- теплофизические параметры газа, материалов стенки и ТЗП имеют постоянные значения;
- параметры в направлении r изменяются непрерывно, при этом на границе между ТЗП и стенкой выполняются условия сопряжения по тепловым параметрам.

Решение задачи нестационарной теплопроводности осесимметричной стенки будем проводить, используя дифференциальное уравнение (1), записанного в цилиндрической системе координат [8]:

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\lambda\frac{\partial T}{\partial r}\right), \qquad (1)$$

где c, λ, ρ – соответственно удельная теплоемкость, теплопроводность и плотность материала ТЗП и стенки обечайки; t - время.

Краевые условия: при $t = 0$ $\quad T_{tz} = T_{st} = T_0$; при $r = r_1$ $\quad -\lambda_{tz}\dfrac{\partial T_{tz}}{\partial r} = \alpha\left(T_g - T_{tz}\right)$;

при $r = r_2$ $\quad -\lambda_{tz}\dfrac{\partial T_{tz}}{\partial r} = -\lambda_{st}\dfrac{\partial T_{st}}{\partial r}$, $T_{tz} = T_{st}$; при $r = r_3$ $\quad \dfrac{\partial T_{st}}{\partial r}$. Параметры с индексами tz, st относятся соответственно к ТЗП и стенке.

Метод решения

Для решения уравнений (1) будем использовать метод контрольного объема [9]. Дискретный аналог для внутренних расчетных узлов $i = 2...N-1,$ получим интегрированием уравнения (1) по контрольному объему рис.3, ограниченному гранями s и n и временным интервалом Δt.

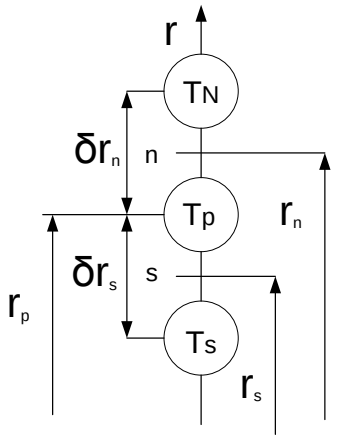


Рис. 3. К определению дискретного аналога

Имеем:

$$c\rho\int_s^n\int_t^{t+\Delta t}\frac{\partial T}{\partial t}dtdr=\int_t^{t+\Delta t}\int_s^n\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}\left(r\lambda\frac{\partial T}{\partial r}\right)drdt \qquad (2)$$

Примем, что значение температуры T_P в узловой точке распространено на весь контрольный объем, тогда левая часть уравнения (2) примет вид:

$$c\rho\int_s^n\int_t^{t+\Delta t}\frac{\partial T}{\partial t}dtdr=c\rho\left(r_n-r_s\right)\left(T_P^{n+1}-T_P^{n}\right), \qquad (3)$$

где n - временной слой.

Для выражения правой части уравнения (2) введем предположение относительно изменении во времени от t до $t+\Delta t$: $\int_t^{t+\Delta t}T_P dt=\left(fT_P^{n+1}-\left(1-f\right)T_P^{n}\right)\Delta t$, где f - весовой коэффициент. Используя аналогичные соотношения для интегралов от T_S и T_N имеем:

$$\left\{\frac{1}{r_P}f\left[\frac{r_n\lambda_n\left(T_N^{n+1}-T_P^{n+1}\right)}{\delta r_n}-\frac{r_s\lambda_s\left(T_P^{n+1}-T_S^{n+1}\right)}{\delta r_s}\right]+\frac{1}{r_P}\left(1-f\right)\left[\frac{r_n\lambda_n\left(T_N^{n}-T_P^{n}\right)}{\delta r_n}-\frac{r_s\lambda_s\left(T_P^{n}-T_S^{n}\right)}{\delta r_s}\right]\right\}\Delta t$$

Для полностью неявной схемы $f=1$. Тогда дискретный аналог дифференциального уравнения (1) для расчетного узла температурой T_P, с учетом (3) запишем в виде:

$$a_P T_P^{n+1} = a_N T_N^{n+1} + a_s T_S^{n+1} + a_P^n T_P^n, \tag{4}$$

где $a_N = \frac{r_n \lambda_n}{r_p \delta r_n}$; $a_S = \frac{r_s \lambda_s}{r_p \delta r_s}$; $a_P^n = \frac{c\rho(r_n - r_s)}{\Delta t}$; $a_P = a_N + a_s + a_P^n$.

Опуская обозначения $(n+1)$ выразим температуру T_P через T_N. Для этого произведем прямую подстановку в (4) зависимость вида:

$$T_S = P_{i-1} T_P + Q_{i-1} \tag{5}$$

имеем: $a_P T_P^{n+1} = a_N T_N^{n+1} + a_s (P_{i-1} T_P + Q_{i-1}) + a_P^n T_P^n$, после преобразования получим:

$$T_P = \frac{a_N}{a_P - a_S P_{i-1}} T_N + \frac{a_S Q_{i-1} + a_P^n T_P^n}{a_P - a_S P_{i-1}}. \tag{6}$$

Уравнение (6) также можно представит в виде: $T_P = P_i T_N + Q_i$, где величины $P_i = \frac{a_N}{a_P - a_S P_{i-1}}$; $Q_i = \frac{a_S Q_{i-1} + a_P^n T_P^n}{a_P - a_S P_{i-1}}$ определены значениями коэффициентов на предыдущем расчетном интервале. Так получаем рекуррентные соотношения для расчета коэффициентов P_i и Q_i всех внутренних точек.

Для первого узла $i=1$ при $r = r_1$: $P_1 = \frac{a_N}{a_P}$, $a_P = a_N + a_P^n T_P^n + \alpha$;

$Q_1 = \frac{\alpha T_g + a_P^n T_P^n}{a_{P1}}$.

Для последнего узла $i = N$ при $r = r_3$: $P_N = 1$; $Q_N = 0$; $T_N = T_{N-1}$.

Таким образом, значения температуры предыдущего узла выражены через температуру последующего узла и коэффициентами P_i и Q_i. Полагая, что в последнем расчетном узле $T_N = T_{N-1}$, осуществляем обратную прогонку с помощью соотношения (5) вплоть до первого расчетного узла и получаем новые значения температуры в материалах на $(n+1)$ временном слое. Описанная последовательность является методом прогонки [10].

В окрестности границы сопряжения материалов ТЗП и стенки расчетные шаги δr_i сетки измельчаем со стороны ТЗП и со стороны стенки, так как это показано в [6]. Для определения теплопроводности на грани сопряженных материалов используем среднее гармоническое величин теплопроводностей ТЗП и стенки [9].

Замыкающие зависимости

Удельный тепловой поток будем находить как сумму конвективной и лучистой составляющих:

$$q = q_k + q_l, \tag{7}$$

где $q_k = \alpha_k \left(T_g - T_{tz}\right)$, $q_l = \bar{\varepsilon}\sigma\left(T_g^4 - T_{tz}^4\right)$, $\sigma_0 = 5.67 \cdot 10^{-8}\ Bm/\left(м^2 \cdot K^4\right)$ - постоянная Стефана-Больцмана; $\bar{\varepsilon} = \left(1/\varepsilon_g + 1/\varepsilon_{tz} - 1\right)^{-1}$ - приведенная степень черноты.

Для определения α_k используем критериальное уравнение [11]:

$$\alpha_k = c_g \left(\rho u\right)_g A \mathrm{Re}^{-m} \mathrm{Pr}^{-n}, \tag{8}$$

где $\mathrm{Re} = \left(\rho u\right)_g \chi / \mu_g$ критерий Рейнольдса; $\mathrm{Pr} = \mu_g c_g / \lambda_g$ - критерий Прандтля; c_g, λ_g, μ_g – соответственно удельная теплоемкость, теплопроводность и коэффициент динамической вязкости газообразных продуктов сгорания; $\left(\rho u\right)_g$ - массовая скорость потока газа; χ - характерный размер. Значение величин A, m и n зависит от характера взаимодействия газа со стенкой и режимов течения потока. Для случая обтекания ламинарным потоком $A = 0{,}33$; $m = 0{,}5$; $n = 0{,}67$. Для турбулентного течения $A = 0{,}0296$; $m = 0{,}2$; $n = 0{,}6$. Коэффициент теплоотдачи излучением α_l определим так:

$$\alpha_l = q_l / \left(T_g - T_{tz}\right). \tag{9}$$

Для внутренней границы примем суммарное значение коэффициента теплоотдачи α, которое выразим как сумму коэффициентов конвективной теплоотдачи (8) и теплоотдачи излучением (9).

$$\alpha = \alpha_k + \alpha_l. \tag{10}$$

Характерный размер χ учитывает особенности параметров конвективного теплообмена в пограничном слое. Для рассматриваемого случая χ принимает промежуточные значения в диапазоне от x_1 до x_2. Будем считать, что $x_1 = 0$.

Результаты численных расчетов

Для проведения тестового численного расчета в качестве исходных данных для газового потока примем значения, приведеные в [11]. Характеристики материалов примем как в [12]: стенка - ТН-40; ТЗП – ТК-1. Геометрия: $r_1 = 0{,}290$ м; $r_2 = 0{,}293$ м; $r_3 = 0{,}298$ м; $\chi = 0{,}25$ м. Начальная температура двухслойной стенки $T_0 = 308$ К. Температура продуктов сгорания твердого топлива

$T_g = 2700$ К. Приведенная степень черноты $\bar{\varepsilon} = 0{,}34$. Время работы двигателя 50 с.

На рис.4 приведены значения температур, на рис. 5 величины коэффициента теплоотдачи, на рис. 6 плотности теплового потока по времени процесса теплообмена в расчетной точке, на расстоянии 0,25 м от начала обогрева.

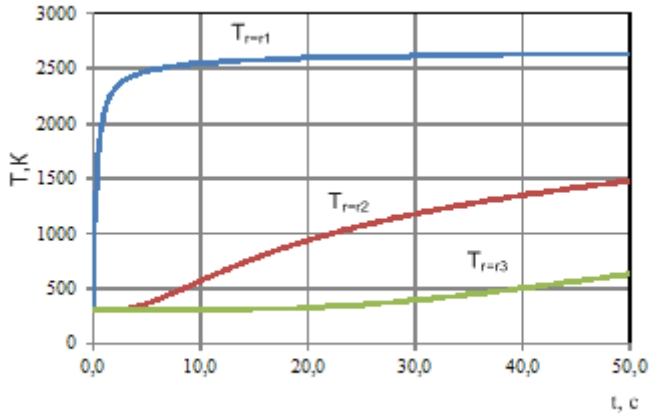


Рис. 4. Температура в расчетных точках двухслойной стенки

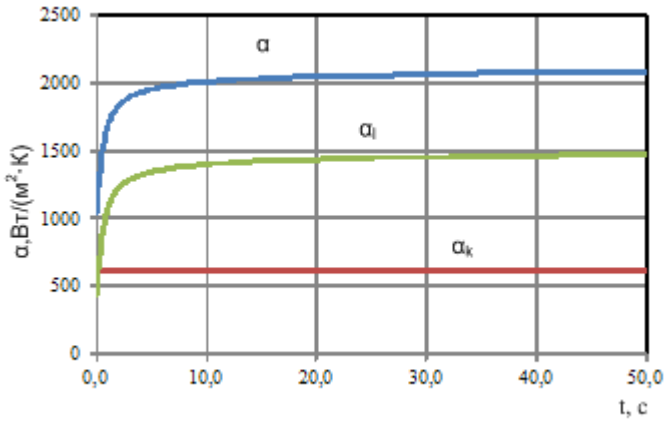


Рис. 5. Коэффициент теплоотдачи

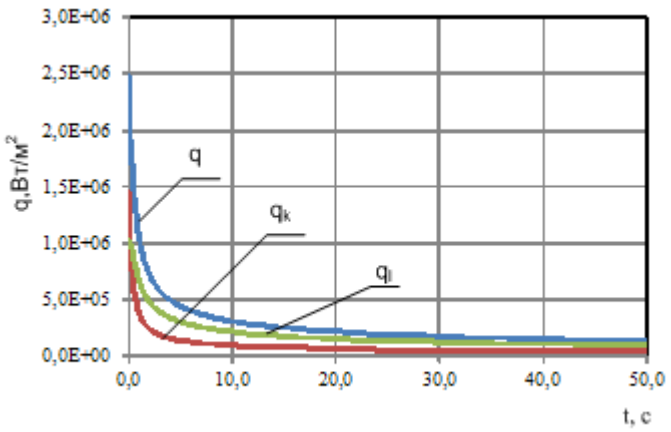


Рис. 6. Удельный тепловой поток

Полученный график на рис. 7 показывает распределение температуры по радиусу в заданном сечении осесиммеричной конструкции за полное время расчета. Определено, что на внутренней границе ТЗП $T = 2635$ К, на границе ТЗП – стенка $T = 1584$ К, а на верхней границе стенки $T = 632$ К.

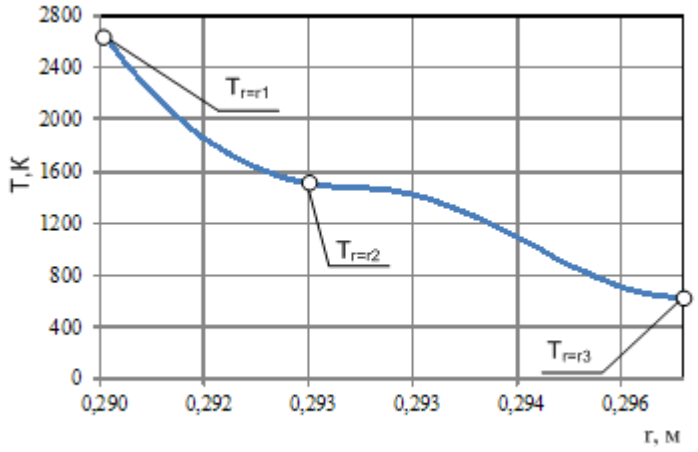


Рис. 7. Распределение температуры по радиусу двухслойной стенки

Таким образом, приведенный алгоритм позволяет оценивать изменение теплового состояния стенки несущей оболочки камеры сгорания и слоя теплозащитного покрытия в зависимости от их теплофизических свойств и времени процесса теплообмена.

Заключение

Приведенная в работе математическая модель конвективного теплообмена несущей оболочки с пассивным теплозащитным покрытием может быть использована при теоретической и практической подготовке учащихся по направлению «Энергетическое машиностроение».

Список литературы

1. Тепловое проектирование элементов конструкции ракетных двигателей: методические указания к выполнению домашнего задания. / Сост. Белов В.П. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2010. – 38 с.
2. *Фахрутдинов И.Х., Котельников А.В.* Конструкция и проектирование ракетных двигателей твердого топлива. – М.: Машиностроение, 1987. – 328 с.
3. *Липанов А.М.* Численный эксперимент в теории РДТТ./ Липанов А.М., Бобрышев В.П., Алиев А.В., Спиридонов Ф.Ф., Лисица В.Д. – Екатеринбург: УИФ, 1994. – 300 с.
4. *Липанов А.М., Макаров С.С.* Численное решение задачи нестационарного теплообмена при охлаждении высокотемпературного металлического тела прямоугольной формы. //Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова – Ижевск: Изво ИжГТУ, 2012. – Вып. 2 (54). – С. 35-38.

5. *Липанов А.М., Макаров С.С.* Численное решение задачи охлаждения сопряженных прямоугольных высокотемпературных металлических тел. //Вестник ИжГТУ им. М.Т. Калашникова – Ижевск: Из-во ИжГТУ, 2012. – Вып. 3 (55). – С. 37-43.
6. *Липанов А.М., Макаров С.С.* Численное решение задачи охлаждения высокотемпературного сплошного металлического цилиндра. //Машиностроение и инженерное образование – Москва, 2012. - № 4. – С. 33 – 40.
7. *Липанов А.М., Макаров С.С.* Численное решение задачи охлаждения потоком воды и воздуха высокотемпературного сплошного металлического цилиндра. //Машиностроение и инженерное образование – Москва, 2014.-№1.–С.36 – 41.
8. *Михеев М.А., Михеева И.М.* Основы теплопередачи. М.: Энергия, 1977. – 344 с.
9. *Патанкар С.* Численные методы решения задач теплообмена и динамики жидкости. М.: Энергоатомиздат, 1984. - 152 с.
10. *Вержбицкий В.М.* Основы численных методов. – М.: Высш. шк., 2002. -840 с.
11. *Белов В.П.* Расчет параметров и характеристик ракетных двигателей: практическое пособие. / Сост. Белов В.П. Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2013. – 47 с.
12. Методические и справочные материала к расчету тепловой защиты РДТТ. /Сост. Скаянская Т.А., Чухланцев В.В. – Ижевск: ИжГТУ, 2007. – 26 с.

Гиззатуллина А.Ф., студент, e-mail: gialfi@mail.ru;
Королев С.А., к.ф.-м.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Исследование влияния потока газов, истекающих из канала ствола орудия, на скорость движения снаряда

Аннотация: Статья посвящена теоретической оценке изменения скорости полета снаряда на начальном участке траектории за счет воздействия потока газов из канала ствола орудия, с использованием аппарата численного моделирования. Приводится математическая постановка задачи на основе уравнений Навье-Стокса и модели турбулентности *SST*. Моделирование осуществлено с использованием программного продукта *ANSYS* 15.0 *Fluent* в двумерной осесимметричной постановке. Приведены результаты моделирования для установки калибром 152 мм.

Ключевые слова: численное моделирование, газовая динамика, истечение газов, снаряд, артиллерийский выстрел, промежуточная баллистика.

При проектировании систем вооружения и боеприпасов с использованием систем автоматизированного проектирования и программных средств моделирования физических процессов, важнейшим аспектом является достоверная оценка влияния различных факторов на баллистику выстрела. В данной работе рассматриваются процессы, сопровождающие промежуточную баллистику вы-

стрела и оценивается изменение скорости движения снаряда в потоке газов на начальном участке траектории.

Процесс истечения газов описывается системой уравнений Навье-Стокса нестационарного вязкого теплопроводного течения [1]:

$$\begin{gathered}\frac{\partial \rho}{\partial t}+\nabla\cdot\rho\mathbf{V}=0,\\ \frac{\partial \rho e}{\partial t}+\nabla\cdot\rho\mathbf{V}e=\nabla\cdot\left(\frac{c_p\mu}{\mathrm{Pr}}\cdot\nabla T\right)+2\mu\cdot(def\mathbf{V})^2-p\nabla\cdot\mathbf{V}-\frac{2}{3}\mu(\nabla\cdot\mathbf{V})^2,\\ \frac{\partial \rho\mathbf{V}}{\partial t}+\nabla\cdot\rho\mathbf{V}\mathbf{V}=-\nabla\left(p+\frac{2}{3}\mu\nabla\cdot\mathbf{V}\right)+2\nabla\cdot(\mu def\mathbf{V}),\end{gathered}\qquad(1)$$

где $\rho-$ плотность раза; V -вектор скорости; $t-$ время; $p-$ давление; $\mu=\mu_m+\mu_t$ – эффективная вязкость; $e=c_pT$ – полная энергия; T – абсолютная температура; c_p – изобарная теплоемкость; Pr - число Прандтля.

Вводится допущение о том, что смесь истекающих газов имеет свойства идеального газа и в качестве уравнения состояния используется уравнение Менделеева-Клапейрона:

$$p=\rho RT,\qquad(2)$$

где $R-$ удельная газовая постоянная.

Связь динамического коэффициента молекулярной вязкости μ_m и абсолютной температуры T примем в виде зависимости Сазерленда:

$$\frac{\mu_m}{\mu_0}=\left(\frac{T}{T_0}\right)^{3/2}\cdot\frac{T_0+T_c}{T+T_c},\qquad(3)$$

где T_c – постоянная Сазерленда; T_0,μ_0 – абсолютная температура и коэффициент вязкости, соответствующие начальному состоянию газа.

При расчете использовалась *SST* модель турбулентности [2, 3], представляющая собой комбинацию $k-\varepsilon$ и $k-\omega$ моделей.

$$\begin{gathered}\frac{\partial \rho k}{\partial t}=\nabla\cdot\left[(\mu_m+\sigma_k\mu_t)\nabla k\right]+P_k-\beta^*\rho\omega k,\\ \frac{\partial \rho\omega}{\partial t}=\nabla\cdot\left[(\mu_m+\sigma_\omega\mu_t)\nabla\omega\right]+\gamma\frac{\rho}{\mu_t}P_k-\beta\rho\omega^2+(1-F_1)D_{k\omega},\end{gathered}\qquad(3)$$

где $P_k=\min\left(\mu_tS^2,\,20\beta^*\rho k\omega\right)$ – генерационный член, $S^2=2S_{ij}S_{ij}$;

$D_{k\omega} = \dfrac{2\rho\sigma_{\omega 2}}{\omega}\nabla k \cdot \nabla\omega$ – член с перекрестной диффузией;

$\mu_T = \dfrac{\rho a_1 k}{\max(a_1\omega, \Omega F_2)}$ – энергия турбулентных пульсаций;

$F_2 = \tanh\left(\arg_2^2\right), \arg_2 = \max\left(\dfrac{2\sqrt{k}}{0.09\omega d_w}, \dfrac{500\nu}{d_w^2\omega}\right)$ – эмпирическая функция;

$F_1 = \tanh\left(\arg_1^4\right), \arg_1 = \min\left(\max\left(\dfrac{\sqrt{k}}{0.09\omega d_w}, \dfrac{500\nu}{d_w^2\omega}\right), \dfrac{4\rho\sigma_{\omega 2}k}{CD_{k\omega}d_w^2}\right)$ – весовая функция;

$\sigma_{k1} = 0.85, \sigma_{\omega 1} = 0.5, \beta_1 = 0.075, \sigma_{k2} = 1.0, \sigma_{\omega 2} = 0.856, \beta_2 = 0.0828$ – константы $k-\varepsilon$ и $k-\omega$ моделей.

Сформулируем начальные и граничные условия в цилиндрической системе координат (рис. 1).

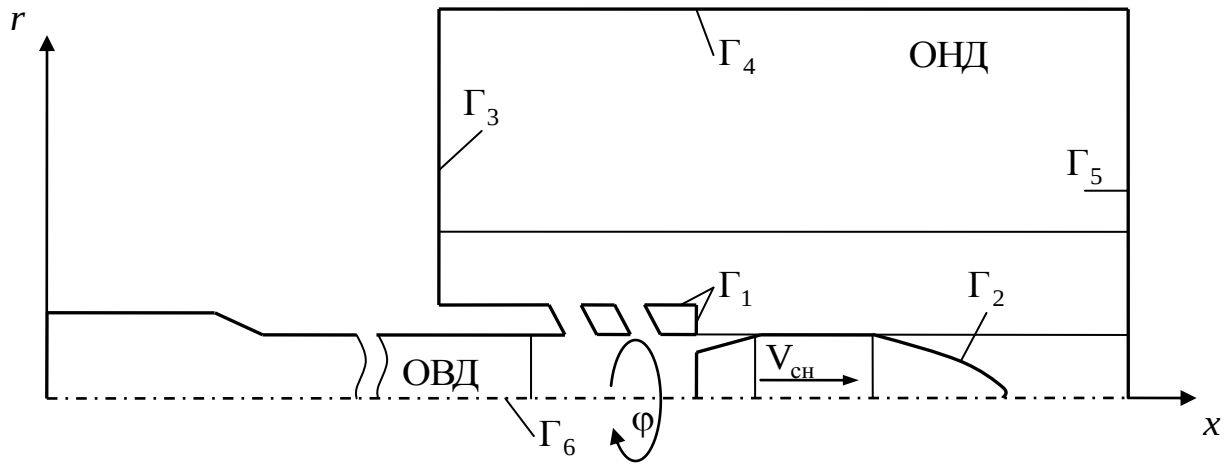


Рис. 1. Схема расчетной области задачи истечения продуктов горения из ствола после выстрела

Граничные условия на соответствующих границах можно записать в следующем виде:

– на границе Γ_1 – стенки ствола орудия задаются условия прилипания:

$$V_x = V_r = 0,$$

где V_x, V_r – компоненты вектора скорости в цилиндрической системе координат вдоль осей x, r соответственно;

– на границе Γ_2 – поверхность снаряда:

$$V_x = V_{\text{сн}};$$

– на границах Γ_3, Γ_4, Γ_5 задаются «мягкие» граничные условия для скоростей, давление и температура внешней среды:

$$\frac{\partial V_x}{\partial x}=0,\ \frac{\partial V_r}{\partial r}=0,\ p=p_{\text{атм}},\ T=T_{\text{атм}};$$

– на границе Γ_6 задаются условия симметрии:

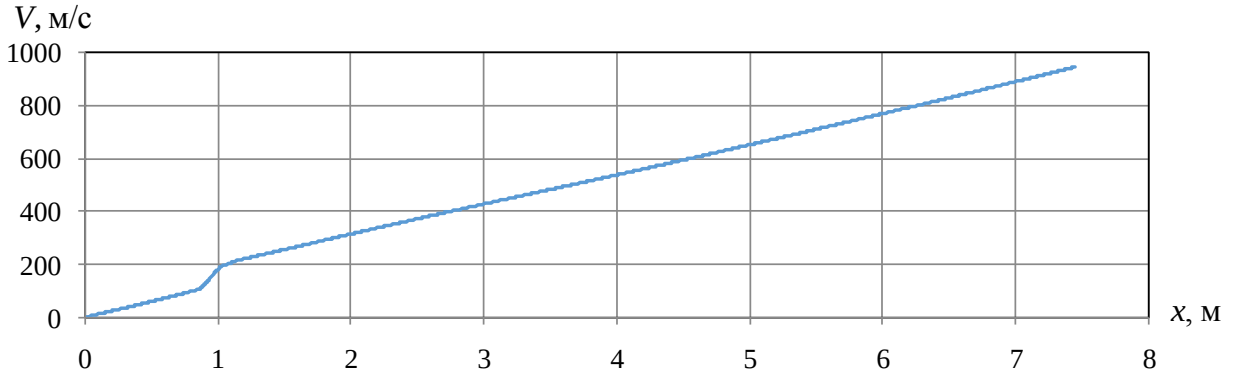
$$\frac{\partial V_x}{\partial r}=0,\ \frac{\partial V_r}{\partial r}=0,\ \frac{\partial p}{\partial r}=0,\ \frac{\partial T}{\partial r}=0.$$

Уравнение движения снаряда принималось в форме:

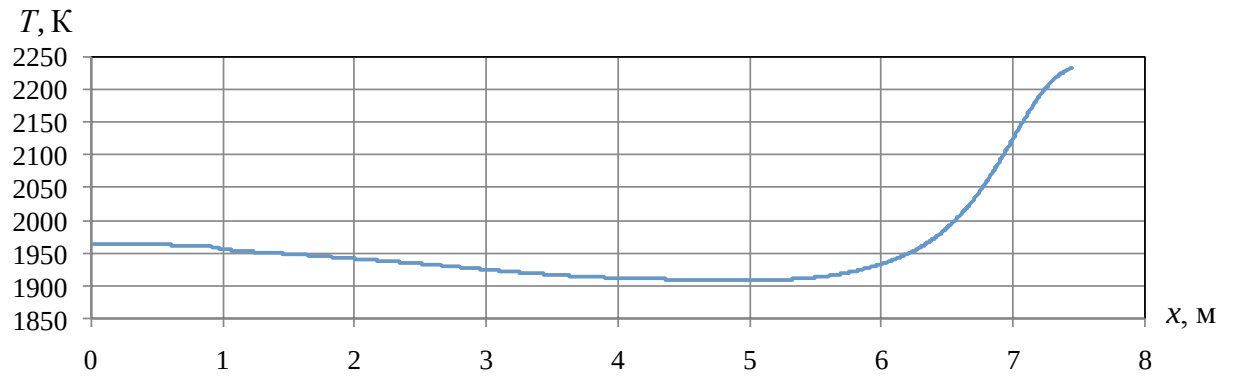
$$V_{\text{сн}}=V_0+\frac{1}{m}\int_0^{\tau}F_x(t)dt, \qquad (6)$$

где V_0 – дульная скорость снаряда; m – масса снаряда; $F_x(t)$ – проекция силы, действующей на снаряд, на направление вектора скорости снаряда. Равнодействующая сил, действующих на снаряд, определяется путем интегрирования по поверхности снаряда S: $F(t)=\iint_S p\vec{n}dS$.

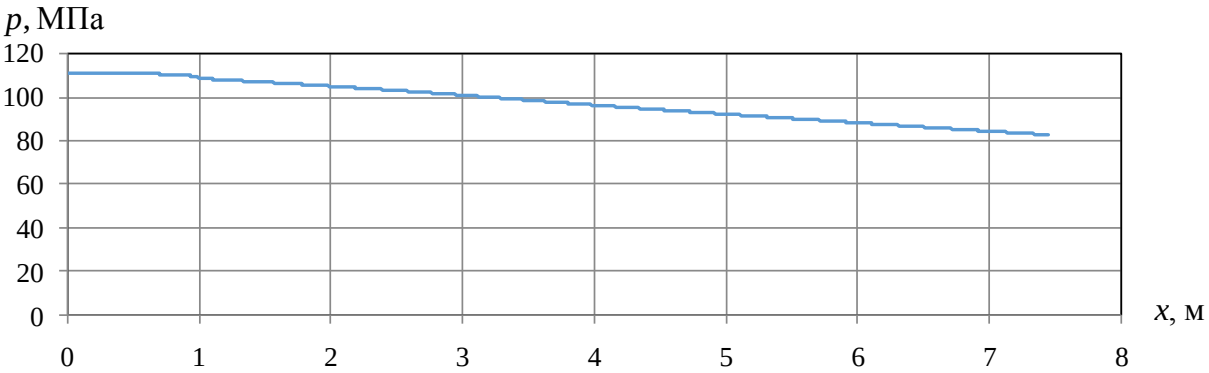
В качестве начальных условий для области высокого давления (ОВД) использованы распределения давления, температуры и скорости потока газов по длине ствола, полученные из решения задачи внутренней баллистики. Графики распределения начальных параметров продуктов горения в стволе орудия калибра 152 мм представлены на рисунке 2. В области низкого давления (ОНД) в качестве начальных условий задаются параметры внешней среды $p=p_{\text{атм}},\ T=T_{\text{атм}}$.



а)



б)



в)

Рис. 2. Распределение параметров в канале ствола орудия:
а) скорость; *б*) температура; *в*) давление пороховых газов, в момент вылета снаряда

Моделирование с использованием приведенных математических моделей осуществлялось в среде *ANSYS Fluent*, реализующей метод контрольных объемов, заключающийся в интегрировании уравнения переноса в каждом контрольном объеме, что позволяет выразить в контрольном объеме законы сохранения.

Построена геометрическая модель расчетной области, включающей внутреннюю область канала ствола с дульным тормозом и прилегающую к дульному срезу область пространства.

Средствами *ANSYS Mesh* была построена нерегулярная расчетная сетка с переменным размером ячеек от 1 до 5 мм (рисунок 3).

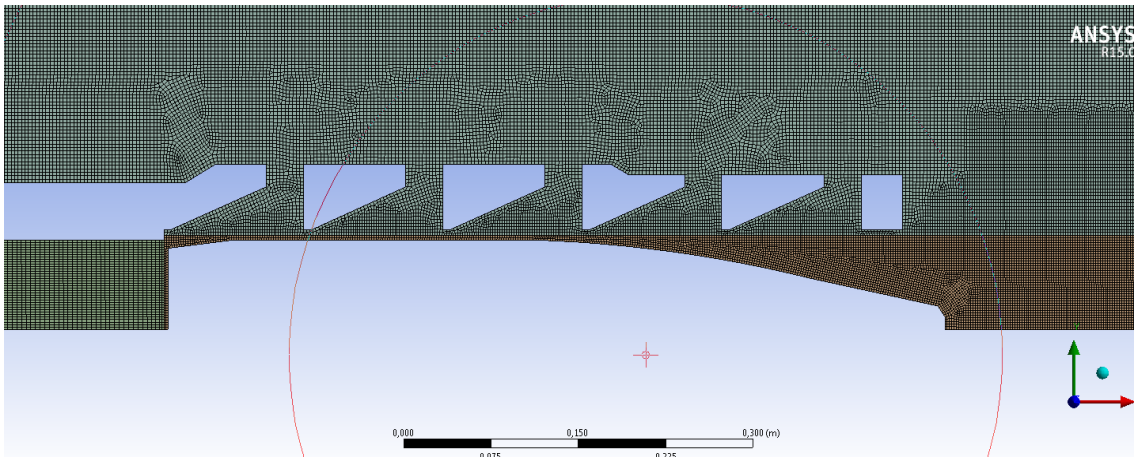


Рис. 3. Фрагмент расчетной сетки

Результаты расчета полей параметров: давления, скорости и температуры, для задачи истечения продуктов горения из ствола после выстрела в момент времени $t = 1{,}23 \cdot 10^{-3}$ с приведены на рис. 4 – 6.

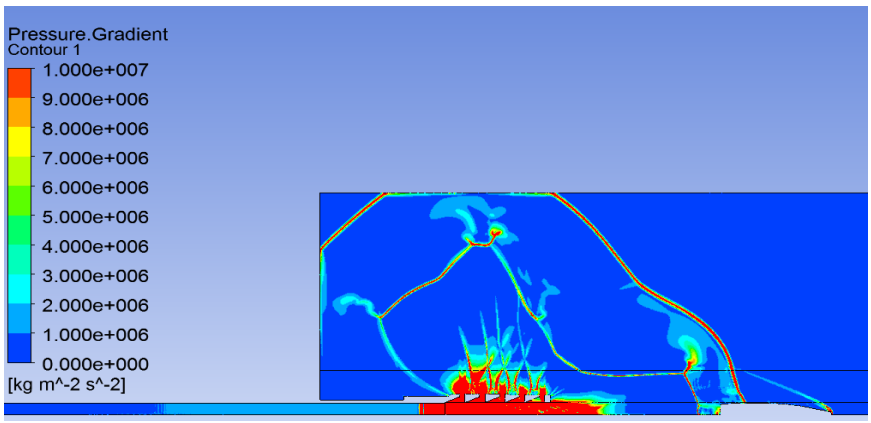


Рис. 4. Поле градиента давления *p*

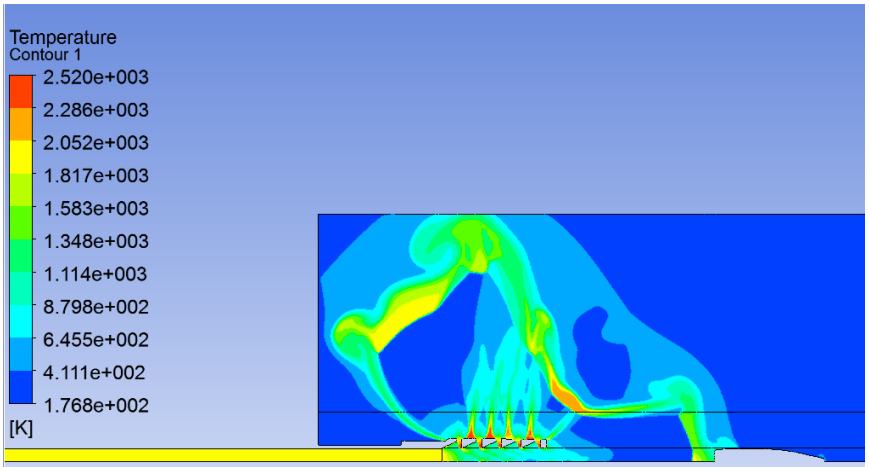


Рис. 5. Поле температуры *T*

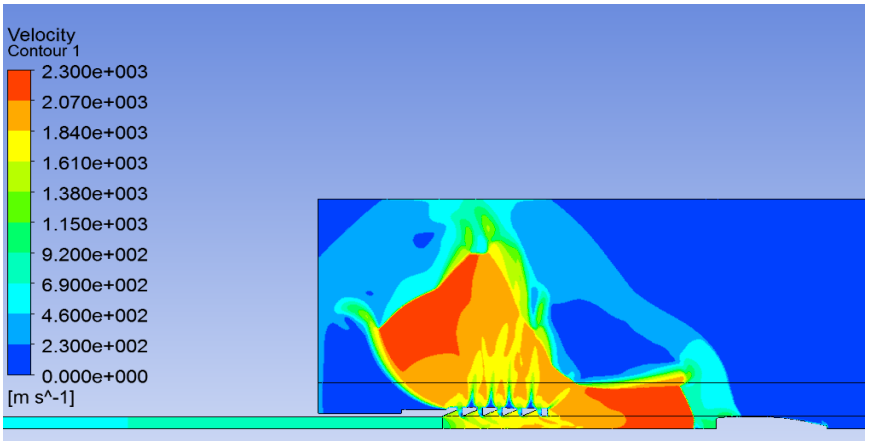


Рис. 6. Поле модуля скорости потока *V*

На представленных изображениях полей параметров прослеживается распространение первичной и вторичных ударных волн, идущих от дульного среза и отверстий дульного тормоза, также видна ударная волна, возникающая при движении снаряда.

На рис. 7 – 8 показаны графики зависимости сил, действующих на снаряд и скорости снаряда от времени.

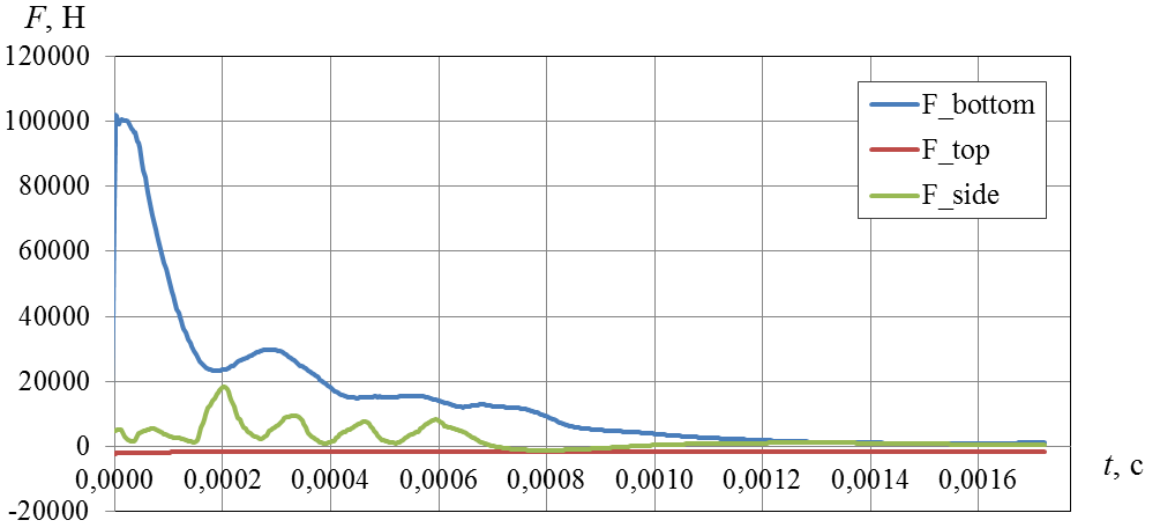


Рис. 7. Графики зависимости сил, действующих на снаряд от времени

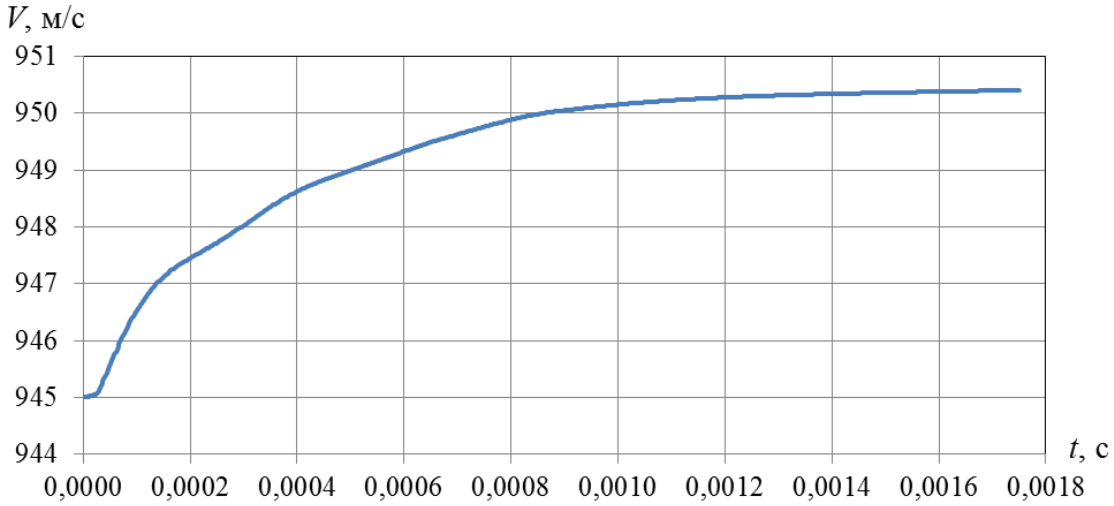


Рис. 8. График зависимости скорости снаряда от времени

С помощью разработанного программного комплекса было проведено исследование влияния истечения пороховых газов из канала ствола на движение снаряда на начальном участке траектории. По результатам исследований установлено, что скорость снаряда увеличилась на 5,4 м/с, что составило 0,57% от начальной скорости.

Список литературы

1. *Липанов А.М.* Теоретическая гидромеханика ньютоновских сред. – М.: Наука, 2011. – 551 с.
2. *Гарбарук А.В., Стрелец М.Х., Шур М.Л.*. Моделирование турбулентности в расчетах сложных течений. – СПб.: Изд. Политехнического университета, 2012. – 88 с.
3. *Menter F.R.* Zonal two-equation *k*-ω turbulence models for aerodynamic flows. // AIAA Paper. 1993. AIAA 1993-2906.

Емельянов С.П., студент;
Максименко А.К., студент;
Тимощенко А.А., студент;
Волков А.А., студент;
Хандожко А.В., д.т.н., доцент, e-mail: chandosh@yandex.ru;
Захаров Л.А., к.т.н., доцент;
Щербаков А.Н., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Конструкция и технология изготовления железобетонной станины опытной модели шлифовально-заточного станка с ЧПУ

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы проектирования и изготовления железобетонных несущих конструкций металлорежущих станков. Изготовление станин станков является сложной технической задачей, особенно в мелкосерийном и опытном производстве. При выполнении работ по проектированию и изготовлению опытной модели шлифовально-заточного станка с ЧПУ была поставлена и успешно решена задача получения станины из железобетона. В ходе работы был выполнен анализ возможных конструктивных решений, выбран оптимальный вариант. Проведен информационный поиск по современным решениям, технологии их реализации, новым материалам, приемам, необходимому оснащению. Были изучены альтернативы традиционным чугунным станинам с учетом технических характеристик, технологичности, доступности, экономическим показателям. В ходе сравнения конструкций из различных вариантов полимербетона, железобетона последний был принят в качестве основного конструкционного материала. Изучены способы и схемы армирования, установки закладных элементов, современные методы получения железобетонных изделий с высокими характеристиками и на основе этих работ приняты принципиальные положения по конструкции станины. Для принятого решения были разработаны и реализованы конструктивные и технологические решения. Проработаны теоретически способы обеспечения высокого качества материала, точности форм, расположения поверхностей и размеров станины, проработаны методы для обеспечения высокого ресурса изделия. В результате было получена станина требуемого качества, разработана технология изготовления такого рода деталей, изложены основы методики ее реализации. На основе проведенных работ сделаны выводы.

Ключевые слова: проектирование станков, станины станков, железобетонные конструкции, технология изготовления станин.

Характеристики металлорежущих станков в значительной мере определяются качество несущей системы. Станина станка играет важную роль. На ней изготавливаются или монтируются направляющие, различные узлы. Точность присоединительных поверхностей во многом определяет точность будущей сборки. При этом точность должна сохраняться при значительных нагрузках (статических и переменных), при колебании температур. Т.е. станина должна быть не простой точной, но и жесткой, должна хорошо гасить вибрации и иметь малый коэффициент теплового расширения.

Наш коллектив был привлечен к проекту разработки и изготовления опытного образца малогабаритного шлифовально-заточного станка с ЧПУ. Станок проектируется по модульному принципу с широким использованием унифицированных модулей. Например, для кареток использованы рельсовые направляющие, для передаточных механизмов ШВП известных мировых производителей, шпиндель — производства завода «Калибр» и т.п. При проектировании возникли проблемы с выбором конструктивных решений для станины. С точки зрения конфигурации конструкция достаточно проста — это плита с габаритными размерами: 590х600х150 мм.

Основным материалом станин станков многие годы является серый чугун. Он зарекомендовал себя из-за хорошей обрабатываемости, высоких характеристик по поглощению вибраций, отсутствию проблем с коррозией, стабильности свойств при правильной термической обработке. Главный недостаток таких станин — проблемы изготовления габаритных отливок. В частности, мы столкнулись с технической проблемой отливки такой плиты для единичного изделия. Возникают также сложности с механической обработкой грубой отливки массой больше 250 кг в условиях лаборатории кафедры. Поэтому возникла необходимость в альтернативном решении.

Имеется положительный опыт применения для станин и других материалов, в частности гранита, железобетона [1], полимербетона [3]. Нами был проведен анализ для выбора оптимального решения.

Вариант с гранитной станиной был исключен из-за высокой стоимости, сложностей с установкой закладных элементов и сравнительно плохого виброгашения, что актуально для шлифовальной обработки.

Выбор производился между железобетонными и полимербетонными конструкциями. Оба варианта имеют достоинства и недостатки. Рассмотрим их подробнее.

Железобетонные конструкции в станках применяют достаточно давно и успешно [1]. В настоящее время Коломненский станкозавод успешно работает в этом направлении. Железобетон относительно технологичен, дешев, экологичен, доступен. Его удобно армировать, т. е. коэффициент теплового расширения стали и бетона отличаются незначительно. Механическая прочность железобетона на сжатие несколько ниже по сравнению с чугуном и близка с прочно-

сти полимербетона, коэффициент теплового расширения несколько больше по сравнению с чугуном, но существенно ниже чем у полимербетона. Вибрации он поглощает лучше чугуна, но хуже полимербетона. Недостатками бетона является незначительная прочность при растяжении, возможность коррозии, изменение свойств во времени. Этим недостатки частично можно минимизировать за счет состава, правильного армирования, а также технологии заливки. Полимербетоны представляют большую группу материалов. Они являются композитом на основе смол и минеральных и других наполнителей. Обычно используют эпоксидные и полиэфирные смолы. Наполнители кварц, гранит (отсев и щебень), фарфоровые шарики и т. п. Возможно применение арматуры, но с определенной осторожностью. Из-за различного коэффициента теплового расширения при колебании температур конструкции деформируются.

Разработанные швейцарскими машиностроителями в восьмидесятых годах композитные станины нашли ограниченное применение в обычных станках, но все шире используются в специальных станках повышенной точности и других специальных механизмах. основная причина заключается в лучшем поглощении вибраций. Полимерные композиты снижают вибрацию в 10 раз лучше, чем чугун и в 45 раз лучше чем сталь. Прочностные характеристики некоторых композиций приближаются к чугуну, но в целом механические характеристики полимербетонов составляют от соответствующих параметров чугуна не более 50%. Поэтому их применяют для точных станков, которые не работают на больших нагрузках.

Недостатками полимербетона в первую очередь является относительно сложная технология получения качественных отливок. Также нужно помнить о низкой температурной стойкости — начиная с температур 70° начинают терять свойства материалы на основе эпоксидных смол, начиная с 140° - на основе полиэфирных. Но все-таки главные проблемы в технологии заливки. Реакция затвердевания экзотермическая, что при наличии сложного армирования может привести к температурной нестабильности конструкции. При этом имеется значительная усадка, что требует корректив при проектировании отливки. Прочность сильно зависит от состояния поверхности наполнителей. Их нужно промывать, обезжиривать, обезвоживать. Процесс затвердевания идет с газовыделением, наполнитель захватывает воздух. Для обезгаживания при получении качественных отливок обязательно применение вакуумных технологий и строгое соблюдение температурного режима. Подводя итог можно сказать, что качественные полимербетонные конструкции можно получать только при серьезной технической подготовке, что мало применимо для опытного образца станка. Дополнительно нужно отметить высокую стоимость. Смола в среднем стоит около 270 руб/кг, а импортные аналоги дороже в 2-3 раза. По сравнению с железобетоном полимеробетон дороже почти на порядок.

В итоге было принято решение выполнить станину из железобетона. Для снижения влияния органических недостатков железобетона были приняты ряд мер, в первую очередь по оптимизации состава и технологии укладки. Деформации и разрушение материала, связанные с гигроскопичностью и наличием

воды решались двумя путями. Во-первых, состав смеси был выполнен при минимально допустимом водоцементном соотношении — 0,3, а для улучшения удобоукладываемости был использован суперпластификатор и ускоритель набора прочности Реламикс М-2. Это обеспечило не только качество формовки, но и существенно снизило пористость бетона, а значит повысило прочность и снизило гигроскопичность. Песок и щебень были тщательно промыты для удаления пылевых фракций, прокалены для удаления неконтролируемой влаги. Щебень использовался двух фракций (5-10 и 15-20 мм), чтобы улучшить гранулометрический состав и повысить плотность бетона, его прочность. Дополнительно для улучшения гидрофобных свойств предусмотрена окраска специальными красками.

Второй недостаток — низкая прочность при работе на растяжение решено компенсировать армированием. Рассматривался вопрос создания напряженного железобетона, но предварительные расчеты показали, что в нашем случае это излишне с точки зрения прочности, а создает серьезные технологические сложности. Гораздо проще повысить этот показатель за счет стальной несъемной опалубки.

Были проработаны конструкторские и технологические вопросы, изготовлена необходимая оснастка. Бетонная плита отливается в несъемной стальной опалубке. Опалубка выполнена в виде каркаса из листового метала, который после затвердевания бетона не демонтируется. Это решает проблемы хрупкости бетона и защищает края от сколов из-за ошибок монтажа, транспортировки и эксплуатации. В опалубке установлена арматура, а также закладные элементы с анкерами, а также закладные элементы для монтажа узлов и деталей станка, транспортировки и установки на опоры. Арматура была закреплена резьбовыми соединениями к внешней опалубке, между собой в некоторых узлах скручены мягкой стальной проволокой. Сварочных соединений для уменьшения внутренних напряжений для крепления арматуры не применялось. Закладные элементы сделаны для установки рельсовых направляющих, опор ШВП, стойки, а также для ввинчивания опор и рым-болтов. Все они имеют анкерные элементы для надежного закрепления в бетоне. Между собой и с элементами арматуры они не связаны.

Были приняты меры для точного расположения закладных элементов по площади заливки. Плита отливалась на ровном основании из ламинированной ДСП толщиной 25 мм, лицевой стороной вниз. Закладные элементы точно по разметке были закреплены резьбовыми элементами на этой ДСП. Для того, чтобы не возникало проблем с последующей обработкой ответственных плоскостей закладных элементов, было принято решение приподнять их относительно плоскости бетона. С этой целью на опорной поверхности были проложены подкладки из плотной бумаги и полиэтиленовой пленки, в местах установки закладных элементов прокладки были прорезаны. В итоге это обеспечило выступание поверхностей, подлежащих обработке над бетоном на 0,4 мм. Форма, подготовленная к заливке представлена на рис.1.

Состав смеси и пропорции и способ приготовления были взяты согласно рекомендациям [2] с добавлением пластификатора.

Бетон заливался в опалубку сразу после приготовления. С целью повышения плотности, исключения пустот отливка подвергалась вибрационному воздействию. Результаты заливки представлены на рис. 2.

Из бетона, использовавшегося при заливке были сделаны несколько образцов для оценки предела прочности на сжатие. Результаты испытаний показали, что обеспечена прочность, превышающая прочность бетона марки 500.

После окончательного затвердевании бетона (28 суток) плита была откреплена от опорной ДСП, очищена и подготовлена под окраску.



Рис. 1. Форма с арматурой и системой закладных элементов

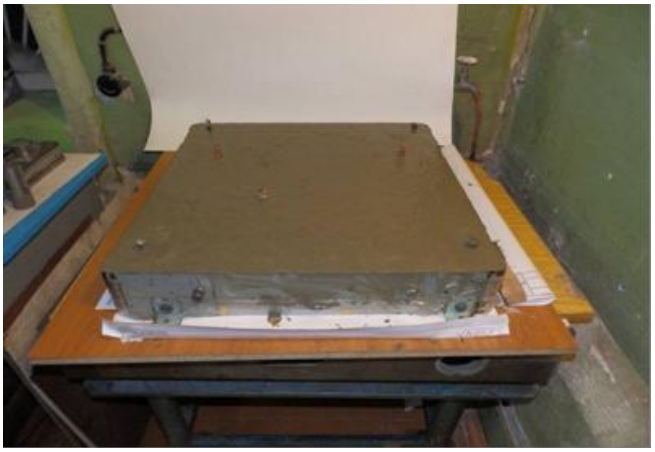


Рис. 2. Результат заливки заготовки железобетонной станины

Результаты бетонирования можно оценить положительно. Поверхности заготовки имеют малую шероховатость, минимальную пористость, отсутствуют видимые дефекты. Закладные элементы после бетонирования сместились на величины не более 0,2 мм. После окончательного набора прочности (через 28 дней) станина была покрашена специальной алкидной краской глубокого про-

никновения марки *Miranol* для получения декоративных свойств и повышения коррозионной стойкости.

Плоскости для монтажа деталей и узлов станка обрабатывались шабрением. Пришабрены были два блока плоскостей. Первый включает в себя места монтажа рельсовых опор и опор ШВП, второй — место для установки стойки. Отдельные блоки плоскостей шабрились по краске с использованием чугунной поверочной плиты, параллельность этих двух блоков дополнительно контролировалась рамным станочным уровнем с ценой деления 0,02 мм/м. Результаты работы показаны на рис. 3.

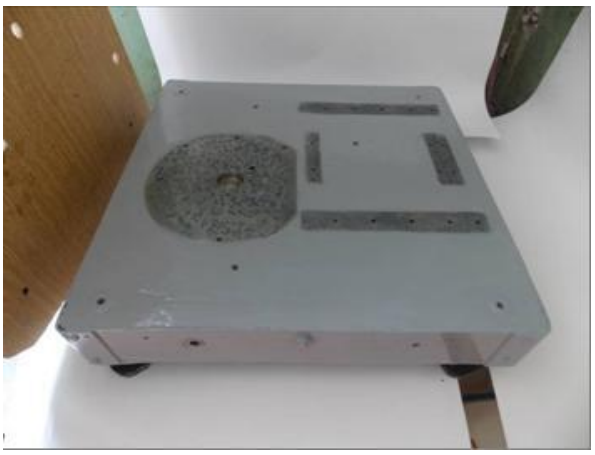


Рис. 3. Окрашенная плита с пришабренными базовыми элементами

Делая выводы, можно отметить следующее: использование бетона при изготовлении станин станков успешно практикуется уже более 60 лет, а применение современных материалов делает их конкурентными с чугунными и полимербетонными; несъемная стальная опалубка решает проблемы хрупкости бетона и защищает края от сколов из-за ошибок монтажа, транспортировки и эксплуатации; применение суперпластификатора упрощает заливку сложноармированных изделий и повышает прочность бетона; имеются технологии окрашивания бетонных конструкций для обеспечения гигроскопичности; разработанная методика заливки, позволяет обеспечить расположение закладных базовых деталей с точностью, не требующей дополнительной обработки на станках и позволяющей ограничиться шабрением.

Список литературы

1. *Тригалев В.Н., Чеботаревич В.О., Скоробогатов С.М.* Железобетонные станины металлорежущих станков. Учеб. пособие -- Москва: ГНТИ «Машгиз», 1960.
2. *Берг О.Я., Щербаков Е.Н., Писанко Г.Н.* Высокопрочный бетон. Учебное пособие -- Москва: Издательство строительной литературы «Стройиздат», 1971.
3. *Барт В.Е., Санина Г.С., Шевчук С.А.* Применение полимербетонов в станкостроении. Учебное пособие - Москва: ВНИИТЭМР, 1985.
4. Металлический форум http://www.chipmaker.ru/topic/27697.

Коновалов М.С.[1,2], e-mail: maksim.kov@mail.ru;
Шеногин[2] *В.П.* , д.т.н., профессор

[1] ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической технологии»
[2] ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Исследование стойкости прошивных оправок малого диаметра из сплава на основе Ni_3Al

Аннотация: Изготовлены прошивные оправки малого диаметра (27 и 30 мм) из сплава на основе *Ni_3Al*. Проведены натурные испытания прошивных оправок, изготовленных из сплава на основе *Ni_3Al*, при прошивке прутков из сталей марок 12ХН2Р и 08Х18Н10Т-Ш на стане поперечно-винтовой прокатки ПВП-120. Рассмотрен вопрос о стабильности микроструктуры сплава на основе *Ni_3Al* при работе в условиях термомеханического нагружения (при прошивке прутков).

Ключевые слова: Прошивная оправка, поперечно-винтовая прошивка, 12ХН2Р, 08Х18Н10Т-Ш.

Введение

Самым ответственным технологическим инструментом прошивных станов, определяющим режим деформации и качество готовых труб, является прошивная оправка. Проведенный анализ литературы [1 – 13] и производственного опыта ОАО «НИИМТ» показал, что наиболее сильно влияющими параметрами на стойкость прошивных оправок являются их материал и способ изготовления.

Выбор оптимальных материала и способа изготовления оправок особенно актуален, когда на нее действуют повышенные нагрузки со стороны прошиваемых заготовок из высоколегированных, коррозионно-стойких сталей и сплавов.

В [14] упоминается, что в настоящее время для прошивки заготовок из коррозионно-стойких сталей на станах поперечно-винтовой прокатки в основном используют оправки как из конструкционных легированных марок сталей, например, 20ХН4ФА, 25ХН3А, 35ХН2Ф, 40Г2Ф, 40ХСМФ; так и из молибденовых сплавов, например, марок *TZM* и *TZC*. Реже оправки производят из жаропрочных сплавов на никелевой и кобальтовой основах, например, марок ЭИ-437Б и ЭП131. При этом особый интерес по использованию в качестве материала прошивных оправок вызывают никелевые сплавы. Это обусловлено тем, что в силу термической прочности интерметаллидов никеля (особенно *Ni_3Al*) возможно достижение жаропрочности сплавов, позволяющей многократно повысить стойкость оправок из них по сравнению со стойкостью оправок из конструкционных легированных марок сталей при более низкой стоимости, чем у оправок из молибденовых сплавов.

Таким образом, в настоящей работе было решено изготовить прошивные оправки малого диаметра (до 30 мм) из сплава на основе *Ni_3Al* и провести их натурные испытания при прошивке прутков из сталей марок 12ХН2Р и

08Х18Н10Т-Ш на стане поперечно-винтовой прокатки ПВП-120. Также решено рассмотреть вопрос о стабильности микроструктуры сплава на основе Ni_3Al при работе в условиях термомеханического нагружения (при прошивке прутков).

Методика проведения экспериментальных работ

Химический состав выплавленных слитков определялся при помощи многоканального оптико-эмиссионного спектрометра ДФС-500, анализатора МЕТЭК-200 и рентгено-флуоресцентного спектрометра α-2000. Металлографические исследования протравленных образцов металла оправок проводились на инвертированном металлографическом микроскопе Альтами-МЕТ, в качестве травителя использовался реактив Марбле. Визуальный и измерительный контроль полученных труб проводился в соответствии с РД 34.10.130-96. Ультразвуковая дефектоскопия горячекатаных труб проводилась дефектоскопом УД2-140 по ГОСТ 17410-78. Для выявления макроструктуры отрезанных утяжин труб использовался раствор, состоящий из 50 % HCl и 50 % H_2O_2.

Изготовление прошивных оправок

С целью получения плотной, бездефектной структуры металла прошивных оправок при минимизации затрат на их изготовление, слитки для производства прошивных оправок было решено получать выплавкой в открытой индукционной печи СЭЛТ-20С/20 электродов с последующим их электрошлаковым переплавом в среде аргона с флюсом на основе плавикового шпата. Для выплавки было решено использовать шихтовые материалы, представленные в табл. 1.

Таблица 1. **Основные шихтовые материалы**

Материал	**Марка**	**НД**
Никель	Н1	ГОСТ 849-97
Хром	ЭРХ-0	ТУ 14-5-76-76
Вольфрам	ШВЧ	ТУ 48-19-57-91
Молибден	МШ-1	ТУ 48-19-73-86
Алюминий	А0	ГОСТ 6008-90
Титан	ВТ1-0	ГОСТ 19807-91
Цирконий	Э100	ТУ 95-166-83
Силикокальций	СК20	ГОСТ 4762-71
Кальций	Гранулы	ТУ 083.5.314-94
Древесный уголь	А	ГОСТ 7657-84

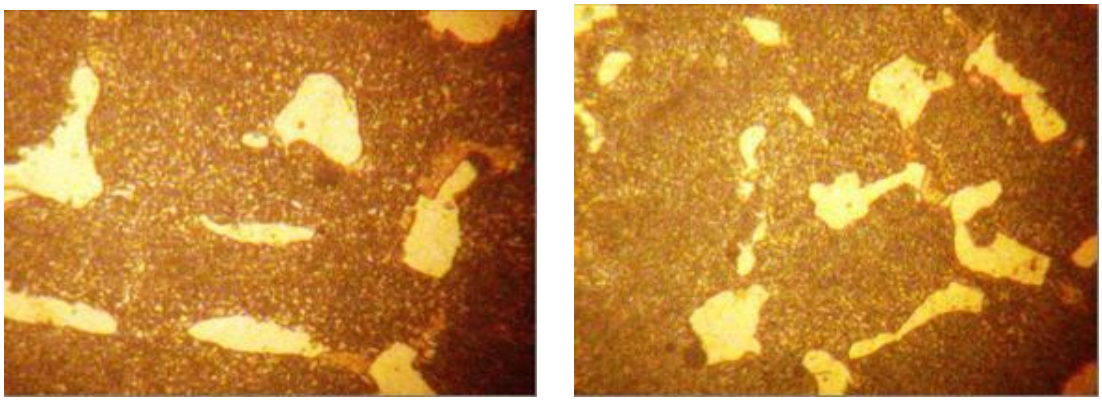
Таким образом, в результате проведенных выплавок было получено два слитка с химическим составом, представленным в таблице 2.

Таблица 2. **Химический состав слитков**

Слиток	Химический состав; мас. %									
	Ni	*Al*	*Mo*	*W*	*Ti*	*Cr*	*C*	*S*	*P*	*Zr*
№ 1	Осн.	8.1	9.25	1.29	1.22	4.70	0.02	0.002	0.005	0.20
№ 2	Осн.	8.0	9.24	1.30	1.23	4.69	0.02	0.002	0.005	0.21

По средствам проведения механической обработки на станке торцецентровочном типа 2К52 и станке токарно-винторезном типа 1М63БФ101 из слитка № 1 была изготовлена оправка с диаметром калибрующей части 27 мм и поперечные образцы для металлографических исследований, а из слитка № 2 была изготовлена оправка с диаметром калибрующей части 30 мм и поперечные образцы для металлографических исследований.

В результате проведенных металлографических исследований с учетом имеющихся данных о растворимости легирующих элементов в никеле [15 – 17] и интерметаллиде Ni_3Al [18] было установлено, что структура металла оправок представляет собой первичные кристаллы легированного Ni_3Al (крупные светлые участки на фотографиях шлифов на рис. 1) с закристаллизованной вокруг них эвтектикой, состоящей из твердого раствора на основе никеля и легированного Ni_3Al (дисперсные темные и светлые участки, соответственно, на фотографиях шлифов на рис. 1).



а б

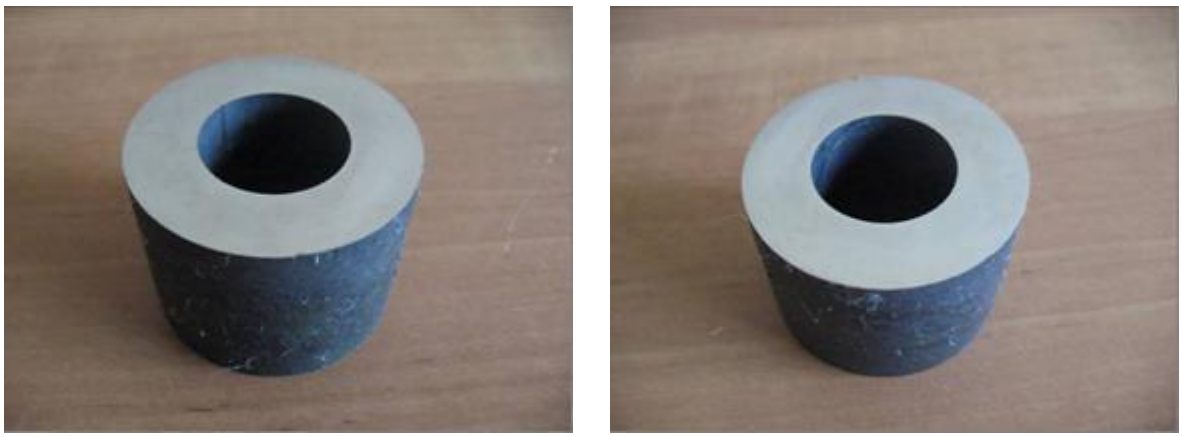
Рис. 1. Фотографии типичной микроструктуры шлифов при увеличении х200 (а – от слитка № 1; б – от слитка № 2)

Экспериментальные прошивки прутков

С целью недопущения возможных аварийных ситуаций при проведении прошивок прутков из коррозионно-стойких сталей, а также для определения принципиальной возможности использования оправок из выплавленного сплава на основе Ni_3Al для прошивки стали, сначала были осуществлены экспериментальные прошивки прутков из стали марки 12ХН2Р на стане ПВП-120.

Таким образом, в результате проведенных прошивок 10 тонн прутков (356 штук) стали марки 12ХН2Р размером $Ø65^{\pm1}$х$1085^{\pm5}$ мм в передельные трубы размером $Ø58^{\pm0.5}$х$Ø28^{\pm0.5}$хL мм на оправке с размером калибрующей части 27 мм было установлено, что форма и геометрические размеры оправки не претерпели изменений. Визуально-измерительный и ультразвуковой контроль полученных труб и анализ макроструктуры утяжин от них показали отсутствие трещин и иных дефектов прокатки (рис. 2).

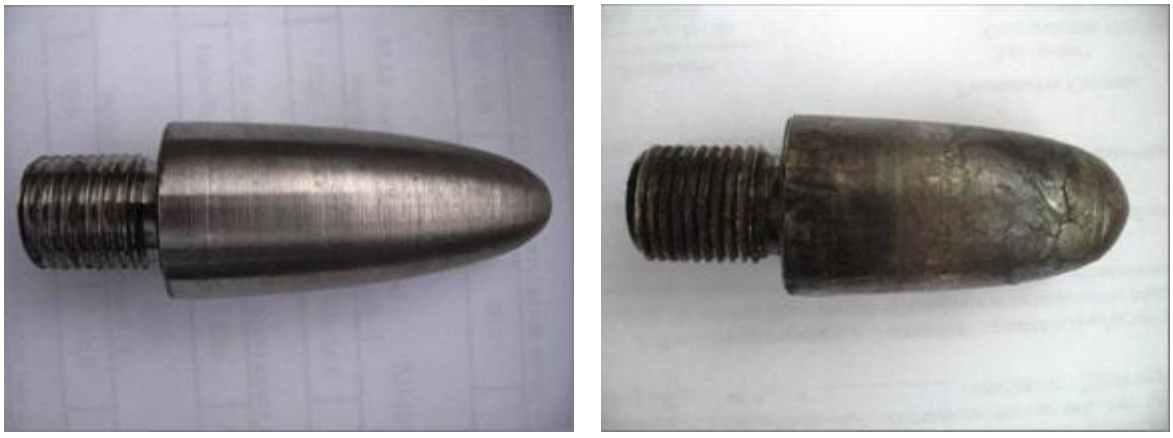
Данные результаты проведенного эксперимента позволили допустить полученные оправки из сплава на основе Ni_3Al к проведению экспериментальных прошивок прутков из коррозионно-стойкой стали марки 08Х18Н10Т-Ш.



а б

Рис. 2. Фотографии макроструктуры утяжин труб из стали 12ХН2Р

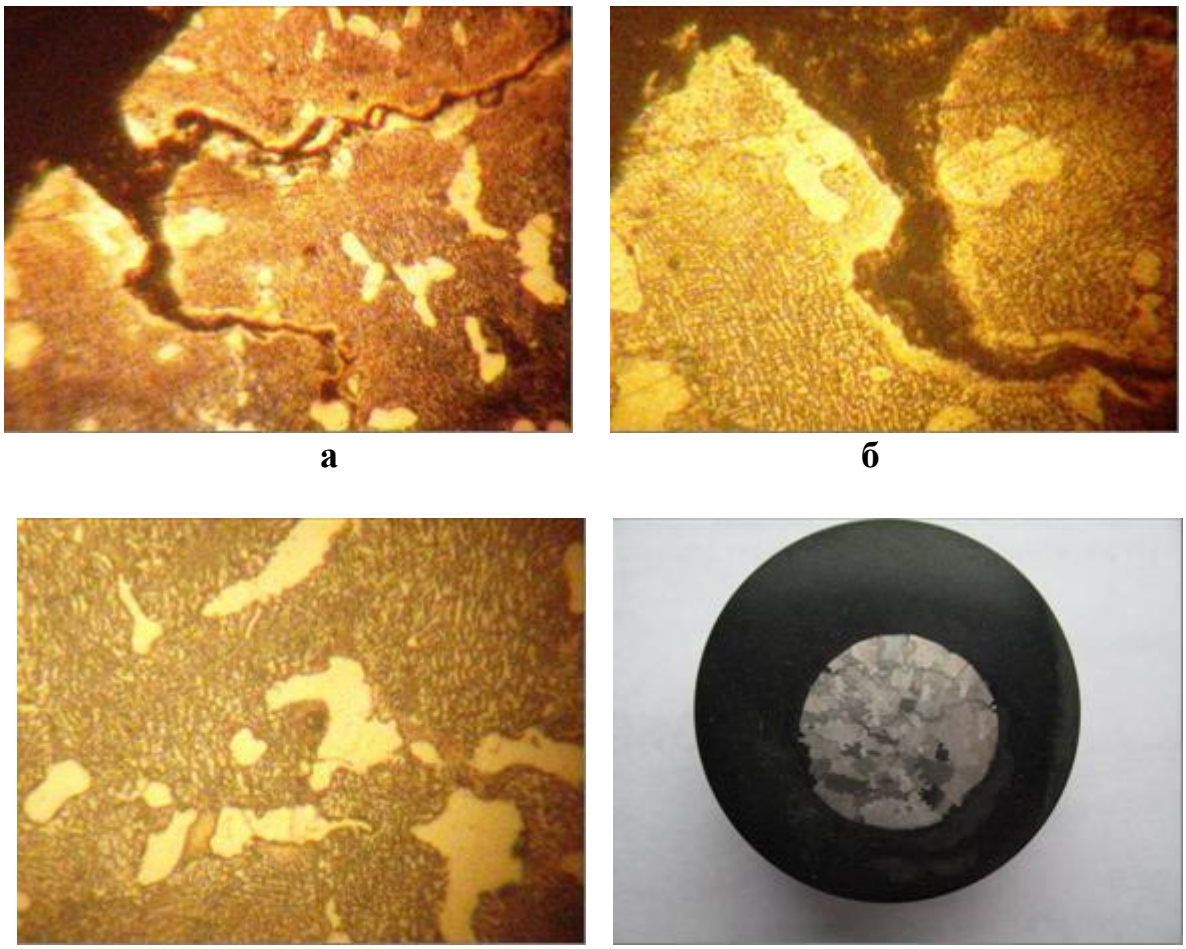
В результате проведенных прошивок 540 кг прутков (12 штук) стали марки 08Х18Н10Т-Ш размером $Ø85^{\pm1}$х$1000^{\pm5}$ мм в передельные трубы размером $Ø83^{\pm0.5}$х$Ø38^{\pm0.5}$хL мм на оправке с размером калибрующей части 30 мм было установлено, что длина оправки уменьшилась на 5 мм, кроме того была обнаружена сетка разгара с ярко выраженной поперечной трещиной (рис. 3).



а б

Рис. 3. Прошивная оправка с диаметром калибрующей части 30 мм (а – до проведения прошивок; б – после проведения прошивок)

При анализе микроструктуры поперечного шлифа от отрезанного носика оправки после прошивки прутков стали марки 08Х18Н10Т-Ш были обнаружены поперечные трещины, идущие от поверхности оправки к ее центру (рис. 4). На шлифе наблюдалась структура, состоящая из первичных кристаллов, окруженных эвтектикой, подобная исходной структуре (рис. 1,б), что свидетельствовало о стабильности микроструктуры сплава на основе Ni_3Al при работе в условиях термомеханического нагружения (при прошивке прутков). При этом размер первичных кристаллов (крупных светлых участков) и светлых участков, входящих в состав эвтектики, больше, чем на шлифах исходного металла (рис. 1,б).



а **б**

в г

Рис. 4. Типичная микроструктура при увеличении х100 (а) и х200 (б, в) поперечного шлифа от носика оправки (г) с диаметром калибрующей части 30 мм

При этом визуально-измерительный и ультразвуковой контроль полученных труб из стали марки 08Х18Н10Т-Ш и анализ макроструктуры утяжин от них показали отсутствие трещин и иных дефектов прокатки (рис. 5).



а б

Рис. 5. Фотографии макроструктуры утяжин труб из стали 08Х18Н10Т-Ш

Заключение

Таким образом, в результате проделанной работы были изготовлены прошивные оправки малого диаметра (с диаметром калибрующей части 27 мм и с диаметром калибрующей части 30 мм) из сплава на основе Ni_3Al.

В результате прошивки 356 прутков стали марки 12ХН2Р размером $Ø65^{\pm1}$х$1085^{\pm5}$ мм в передельные трубы размером $Ø58^{\pm0.5}$х$Ø28^{\pm0.5}$хL мм форма и геометрические размеры оправки с диаметром калибрующей части 27 мм не претерпели изменений (пригодна для дальнейшего использования).

В результате прошивки 12 прутков стали марки 08Х18Н10Т-Ш размером $Ø85^{\pm1}$х$1000^{\pm5}$ мм в передельные трубы размером $Ø83^{\pm0.5}$х$Ø38^{\pm0.5}$хL мм оправка с диаметром калибрующей части 30 мм уменьшилась в длину на 5 мм, кроме того была обнаружена сетка разгара на раскатной части с ярко выраженной поперечной трещиной (не пригодна для дальнейшего использования).

Визуально-измерительный и ультразвуковой контроль всех полученных при проведении экспериментальных прошивок труб и анализ макроструктуры утяжин от них показали отсутствие трещин и иных дефектов прокатки.

При сравнении фотографий шлифов металла оправки с диаметром калибрующей части 30 мм до использования в работе (рис. 1,б) и после (рис. 4,б и рис. 4,в) установлено, что микроструктура в обоих случаях состоит из первичных кристаллов легированного интерметаллида Ni_3Al с закристаллизованной вокруг них эвтектикой, состоящей из твердого раствора на основе никеля и легированного интерметаллида Ni_3Al. Таким образом, структура сплава стабильна при работе в условиях термомеханического нагружения. Причиной прекращения эксплуатации данной оправки явилось появление сетки разгара с ярко выраженной поперечной трещиной (рис. 3,б).

Список литературы

1. *Сазоненко И.О., Земцов В.А., Юрчак А.Н.* К вопросу повышения стойкости оправок прошивных станов //Литье и металлургия 4(68), 2012. С. 135 - 138.
2. *Данилов Ф.А., Глейберг А.З., Балакин В.Г.* / Горячая прокатка и прессование труб. Издание третье, переработанное и дополненное. - М.: Металлургия, 1972. 576 с.
3. Патент RU 2446024 C2, кл. B21B25/00, кл. C23C4/04, кл. C23C4/02, 2008 г. Прошивная и прокатная оправка, способ восстановления этой прошивной и прокатной оправки и технологическая линия для восстановления этой прошивной и прокатной оправки.
4. *Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В.* / Прошивная оправка. - М.: МИСиС, 2000.
5. *Шапиро И.А., Хавкин Г.О., Бородский В.М.* Повышение эффективности оправок прошивных станов // Сталь, 2009. №9. С. 75 - 76.
6. *Романцев Б.А., Матыко О.К., Гончарук А.В. и др.* Повышение износостойкости оправок прошивного стана // Изв. вузов. Черная металлургия, 2008. №11. С. 16 - 19.
7. *Kazim Serin, Hans Joachim Pehle* Improved service life of hot forming tools in seamless tube plants // Stahl und eisen 134 (2014) Nr. 11.
8. Patent US 6202463 B1, cl. B21B19/10, cl. B21B25/00, cl. B21B19/04, 2001. Plug and

mandrel bar for seamless steel pipe rolling operation for manufacturing seamless steel pipe.
9. Patent US 5031434 A, cl. B21B25/00, 1991. Plug for manufacturing seamless steel pipe.
10. Patent US 4466265 A, cl. B22D19/06, 1984. Compound tool for hot-working.
11. Patent CN 102284777 A, cl. B23K10/02, cl. B23K37/00, 2011. Seamless Steel puncher head surfacing intensive methods.
12. Патент RU 2508173 C1, кл. B21B25/00, 2011 г. Способ изготовления инструмента для горячей деформации.
13. Patent DE 102014000461 A1, cl. B21B25/00, 2015. Innenwerkzeug für die Herstellung nahtloser Stahlrohre.
14. *Коновалов М.С.* О выборе материала, конструкции и способа изготовления оправок для прошивки заготовок из коррозионно-стойких сталей // Инновационная наука, 2015. №12/2015, Часть 2. С.70-73.
15. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник в 3 томах. Том 1 / под общей редакцией *Н.П. Лякишева* – М.: Машиностроение, 1997. 1024 с.
16. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник в 3 томах. Том 2 / под общей редакцией *Н.П. Лякишева* – М.: Машиностроение, 1997. 1024 с.
17. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник в 3 томах. Том 3. Книга 1 / под общей редакцией *Н.П. Лякишева* – М.: Машиностроение, 1997. 1024 с.
18. *Морозова Г.И.* Феномен γ'-фазы в жаропрочных никелевых сплавах // ДАН. 1992. Т. 325. № 6. С. 1193-1197.

Королев С.А., к.ф.-м.н., доцент;
Зорина Е.К., студент, e-mail: zhenya-zorina@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка методики учета возмущающих факторов при стрельбе с подвижного носителя

Аннотация: Статья посвящена исследованию факторов, влияющих на точность стрельбы с подвижного носителя. Приводится математическая постановка задачи определения начальных условий стрельбы в зависимости от параметров движения подвижного носителя. Также представлена методика расчета возмущающих потоков воздуха, создаваемых подвижным носителем: скорости воздушного потока от несущего винта вертолета. Приведены результаты расчета индуктивной скорости несущего винта вертолета Ми-8.

Ключевые слова: подвижный носитель, начальные условия стрельбы, снаряд, несущий винт, индуктивная скорость.

При стрельбе с подвижного носителя (ПН) необходимо учитывать множество факторов, влияющих на начальные условия стрельбы и начальный участок траектории снарядов и ракет. Основными возмущающими факторами при

стрельбе с вертолета являются параметры движения вертолета и поток воздуха, создаваемый несущим винтом.

Координаты ПН $(x_{\text{пн}}, y_{\text{пн}}, z_{\text{пн}})$ определяются в земной системе координат (СК) $Ox_g y_g z_g$, где y_g – вертикальная ось, ось x_g ориентирована на север, ось z_g ориентирована перпендикулярно плоскости $Ox_g y_g$. Движение вертолета будем задавать горизонтальной $V_{\text{гор}}^{\text{пн}}$, вертикальной $V_{\text{верт}}^{\text{пн}}$ скоростями и дирекционным углом $\alpha^{\text{пн}}$ относительно направления на север. Тогда угол наклона траектории ПН $\theta_{\text{пн}} = \arctan\left(\dfrac{V_{\text{верт}}^{\text{пн}}}{V_{\text{гор}}^{\text{пн}}}\right)$.

Скорость ПН $\mathbf{V}_{\text{пн}} = \left(V_x^{\text{пн}}, V_y^{\text{пн}}, V_z^{\text{пн}}\right)$ будем определять в связанной с центром масс системе координат $Ox_в y_в z_в$, где $y_в$ – вертикальная ось, оси $x_в, z_в$ ориентированы по продольной и поперечной осям ПН (см. рисунок 1).

Положение ПН (вертолета) в пространстве определяется углами тангажа $\varphi^{\text{пн}}$, крена $\gamma^{\text{пн}}$ и рыскания $\psi^{\text{пн}}$ (см. рисунок 1). Тогда компоненты вектора скорости в связанной СК

$$\mathbf{V}_{\text{пн}} = \left(V_{\text{гор}}\cos\psi_{\text{пн}}, V_{\text{верт}}, V_{\text{гор}}\sin\psi_{\text{пн}}\right).$$

Угловая скорость вращения вертолета вокруг центра масс $\boldsymbol{\omega}_{\text{пн}} = \left(\omega_x^{\text{пн}}, \omega_y^{\text{пн}}, \omega_z^{\text{пн}}\right)$.

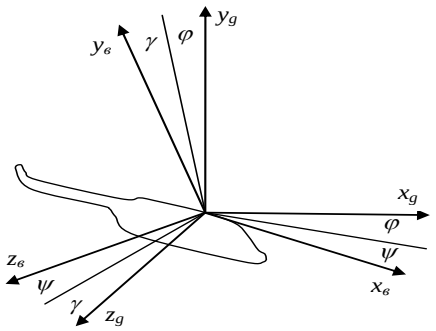


Рис. 1. Ориентация систем координат

Переносная скорость в точке расположения центра масс снаряда в связанной СК определяется из соотношения:

$$\mathbf{V}_{op} = \mathbf{V}_{пн} + \boldsymbol{\omega}_{пн} \times \mathbf{r}_{op}, \qquad (1)$$

где $\mathbf{r}_{\text{ор}} = \left(x_{\text{ор}}, y_{\text{ор}}, z_{\text{ор}}\right)$ – координаты центра масс снаряда (ракеты) в орудии (пусковой установке) перед выстрелом (пуском) относительно центра масс вертолета.

Суммарный вектор скорости снаряда в воздухе с учетом переносной скорости: $\mathbf{V}_{\text{к}} = \mathbf{V}_{\text{сн}} + \mathbf{V}_{\text{ор}}$.

Вектор начальной скорости снаряда при вылете из ствола в стартовой СК:
$\mathbf{V}_{\text{сн}} = \left(V_{\text{сн}} \cos\theta_{\text{ор}}; V_{\text{сн}} \sin\theta_{\text{ор}}; 0\right)$,

где $V_{\text{сн}}$ – дульная скорость снаряда (скорость при сходе ракеты с пусковой установки); $\theta_{\text{ор}}$ – угол возвышения орудия; если ось орудия параллельна продольной оси симметрии ПН, то $\theta_{\text{ор}} = \varphi_{\text{пн}}$.

В качестве начальных условий решения задачи внешней баллистики [1] задаются модуль вектора начальной скорости снаряда с учетом движения ПН

$$V_к = \sqrt{\left(V_{сн}\cos\theta_{op} + V_x^{op}\right)^2 + \left(V_{сн}\sin\theta_{op} + V_y^{op}\right)^2 + \left(V_z^{op}\right)^2} \tag{2}$$

и начальные значения угла наклона траектории и угла пути

$$\theta_0 = \arctan\left(\frac{V_{сн}\sin\theta_{op} + V_y^{op}}{V_{сн}\cos\theta_{op} + V_x^{op}}\right), \quad \psi_0 = \arctan\left(\frac{V_z^{op}}{V_{сн}\cos\theta_{op} + V_x^{op}}\right), \tag{3}$$

где $V_x^{\text{op}}, V_y^{\text{op}}, V_z^{\text{op}}$ – составляющие вектора переносной скорости в стартовой СК, определяемые из соотношения (1).

Так как при движении ПН ось орудия и соответственно ось симметрии снаряда не совпадают с суммарным вектором скорости снаряда, то возникают углы нутации, которые в начальный момент времени равны:

$\delta_1 = \psi_0$, $\delta_2 = \theta_0 - \theta_{\text{ор}}$.

Так как от начальных возмущений существенно зависит точность стрельбы, исследуем влияние параметров движения ПН на возникновение углов нутации снаряда (см. таблицу).

Таблица. **Зависимость углов нутации от вектора скорости**

1. $V_x = 50$ км/ч, $V_y = 0$, $V_z = 0$				
w_x, рад/с	w_y, рад/с	w_z, рад/с	δ_1,°	δ_2,°
1,0	0	0	0,655	0
0	1,0	0	-0,368	0
0	0	1,0	0	0,373
1,0	1,0	1,0	0,290	0,373
2. $w_x = 0$, $w_y = 0$, $w_z = 0$				
V_x, км/ч	V_y, км/ч	V_z, км/ч	δ_1,°	δ_2,°
50,0	0	0	0	0
50,0	5,0	0	0	0,818
50,0	0	5,0	0,819	0
50,0	5,0	5,0	0,819	0,819

Силу тяги, приводящую вертолет в движение, создает несущий винт (НВ). Дополнительную скорость потока воздуха, создаваемую НВ – индуктивную скорость, в связанной СК обозначим $\mathbf{v}_{\text{нв}} = \left(v_x^{\text{нв}}, v_y^{\text{нв}}, v_z^{\text{нв}}\right)$.

С учетом соотношений для сил, действующих на ПН, система уравнений стационарного движения ПН имеет вид [2]:

$$
\begin{aligned}
2\rho\left(v_x^{\text{нв}}\right)^2 F_{\text{нв}}^{\text{э}} &= c_x^{\text{пн}}(\alpha_x^{\text{пн}})\frac{\rho\left(V_{гор}^{\text{пн}}\right)^2}{2}F_x^{\text{пн}},\\
2\rho\left(v_y^{\text{нв}}\right)^2 F_{\text{нв}}^{\text{э}} &= c_y^{\text{пн}}(\alpha_x^{\text{пн}})\frac{\rho\left(V_{гор}^{\text{пн}}\right)^2}{2}F_y^{\text{пн}} + c_{y\text{в}}^{\text{пн}}(\alpha_x^{\text{пн}})\frac{\rho\left(V_y^{\text{пн}}+v_y^{\text{нв}}\right)^2}{2}F_y^{\text{пн}} + m_{\text{пн}}g, \qquad (4)\\
2\rho\left(v_z^{\text{нв}}\right)^2 F_{\text{нв}}^{\text{э}} &= c_z^{\text{пн}}(\alpha_z^{\text{пн}})\frac{\rho\left(V_{гор}^{\text{пн}}\right)^2}{2}F_z^{\text{пн}},
\end{aligned}
$$

где ρ – плотность воздуха на заданной высоте полета;

$F_{\text{нв}}^{\text{э}} = \pi B^2 R_{\text{нв}}^2$ – эффективная площадь, ометаемая НВ, $R_{\text{нв}}$ – радиус НВ, B – коэффициент учета комлевых и концевых потерь ($B = 0{,}96 \div 0{,}98$);

$c_x^{\text{пн}}, c_y^{\text{пн}}, c_z^{\text{пн}}$ – аэродинамические коэффициенты фюзеляжа вертолета; $c_{y\text{в}}^{\text{пн}}$ – аэродинамический коэффициент обтекания фюзеляжа вертикальным потоком воздуха;

$\alpha_x^{\text{пн}}, \alpha_z^{\text{пн}}$ – углы атаки фюзеляжа вертолета, $\alpha_x^{\text{пн}} = \theta_{\text{пн}} - \varphi_{\text{пн}}$, $\alpha_z^{\text{пн}} = \gamma_{\text{пн}}$;

$F_x^{\text{пн}}, F_y^{\text{пн}}, F_z^{\text{пн}}$ – площади Миделя фюзеляжа вертолета;

$m_{\text{пн}}$ – масса вертолета; g – ускорение свободного падения.

Система нелинейных уравнений (4) решается численно относительно компонентов индуктивной скорости НВ $\left(v_x^{\text{нв}}, v_y^{\text{нв}}, v_z^{\text{нв}}\right)$.

Компоненты индуктивной скорости в СК, связанной с плоскостью НВ, (t – нормальная, h – продольная (вдоль скорости движения), s – боковая) определяются путем преобразования:

$$
\mathbf{v}_{\text{нв}}^{\text{в}} = \left(v_h^{\text{нв}}, v_t^{\text{нв}}, v_s^{\text{нв}}\right) = \mathbf{M}(\gamma_{\text{пн}}, \psi_{\text{пн}}, \theta_{\text{пн}} - \varphi_{\text{пн}} - \Delta\varphi_{\text{нв}})\mathbf{v}_{\text{нв}},
$$

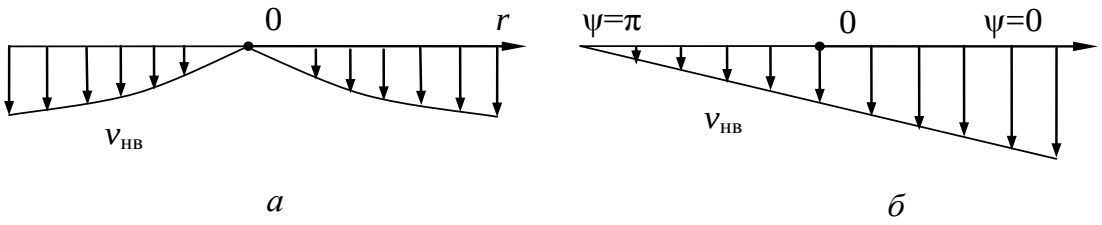
где $\mathbf{M}(\alpha,\beta,\gamma) = \mathbf{M}_x(\alpha)\mathbf{M}_y(\beta)\mathbf{M}_z(\gamma) =$

$$
= \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & -\sin\alpha \\ 0 & \sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \cos\gamma & -\sin\gamma & 0 \\ \sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}
$$

– матрица поворота СК; $\Delta\varphi_{\text{нв}} = 4°30'$ – угол наклона оси НВ.

Компоненты скорости $v_h^{\text{нв}}, v_s^{\text{нв}}$ считаются постоянными в плоскости НВ. При задании распределения нормальной компоненты индуктивной скорости

$v_t^{нв}$ суммируются два характерных закона, показанные на рисунке 3 [3]. Первый закон представляет собой осесимметричное распределение на вертикальных режимах полета ($\mu = 0$), второй – треугольное распределение при больших скоростях полета.



а *б*

Рис. 3. Формы распределения индуктивной скорости несущего винта вертолета: *а* – при вертикальном режиме полета; *б* – при максимальной скорости полета

Распределение нормальной составляющей индуктивной скорости в плоскости НВ:

$$v_t^{нв}(r,\psi) = \overline{v_t^{нв}}\left[\sqrt{1{,}5}\bar{r}^{1/2} f_1(\mu) + (1 + \bar{r}\cos\psi) f_2(\mu)\right] \qquad (5)$$

где r, ψ – координаты по радиусу и азимуту в плоскости винта ($\psi = \pi$ соответствует направлению скорости движения); $\overline{v_t^{нв}}$ – среднее значение индуктивной скорости; $\bar{r} = r / R_{нв}$ – безразмерный радиус; $f_1(\mu)$, $f_2(\mu)$ – эмпирические функции зависимости распределения скорости от режима полета.

Режим полета определяется безразмерным параметром

$$\mu = \frac{V_{пн}\cos\alpha_{нв}}{\omega_{нв} R_{нв}},$$

где $\alpha_{нв} = \theta_{пн} - \varphi_{пн} - \Delta\varphi_{нв}$ – угол атаки НВ; $\omega_{нв}$ – угловая скорость вращения винта.

Для функций $f_1(\mu)$, $f_2(\mu)$ должно выполняться соотношение

$$f_1(\mu) + f_2(\mu) = 1.$$

График функций $f_1(\mu)$, $f_2(\mu)$ приведен на рисунке 4.

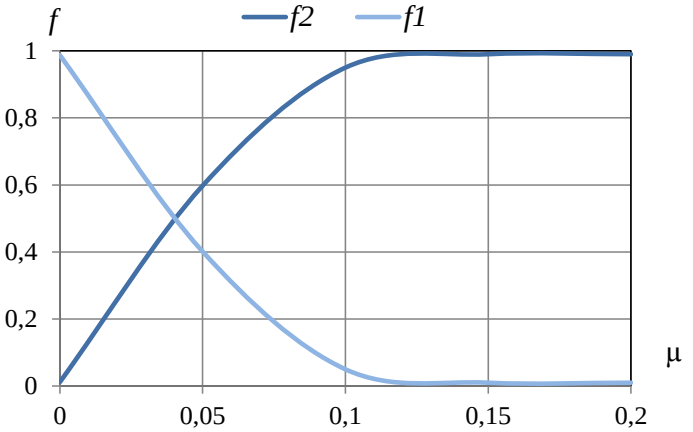


Рис. 4. Зависимости $f_1(\mu)$, $f_2(\mu)$

Затем компоненты индуктивной скорости, с учетом распределения в плоскости винта, пересчитываются в связанной СК с помощью преобразования

$$\mathbf{v}_{\text{нв}} = \left(v_x^{\text{нв}}, v_y^{\text{нв}}, v_z^{\text{нв}}\right) = \mathbf{M}(\gamma_{\text{пн}}, \psi_{\text{пн}}, \theta_{\text{пн}} - \varphi_{\text{пн}} - \Delta\varphi_{\text{нв}})\mathbf{v}_{\text{нв}}^{\text{в}}.$$

Аэродинамические коэффициенты вертолета Ми-8, отнесенные к ометаемой площади НВ, аппроксимировались зависимостями второго порядка от угла атаки фюзеляжа, приведены на рисунке 5 [2].

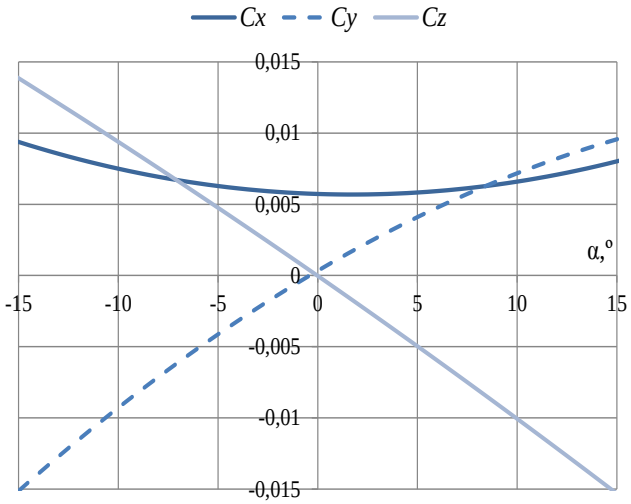


Рис. 5. Зависимости аэродинамических коэффициентов вертолета Ми-8 $c_x^{\text{пн}}, c_y^{\text{пн}}, c_z^{\text{пн}}$ от угла атаки фюзеляжа

Расчет проведен для вертолета Ми-8 при горизонтальной скорости $V_{\text{гор}}^{\text{пн}} = 50$ км/ч, вертикальной скорости $V_{\text{верт}}^{\text{пн}} = 5$ км/ч и углах ориентации $(\varphi_{\text{пн}}, \psi_{\text{пн}}, \gamma_{\text{пн}}) = (-5°, 1°, 3°)$. На рисунке 6 представлено распределение индуктивной скорости, создаваемой НВ. В продольной плоскости вертолета ($\psi = 0$) наблюдается комбинация линейного и симметричного распределения скорости, в поперечной плоскости ($\psi = \pi/2$) распределение симметрично.

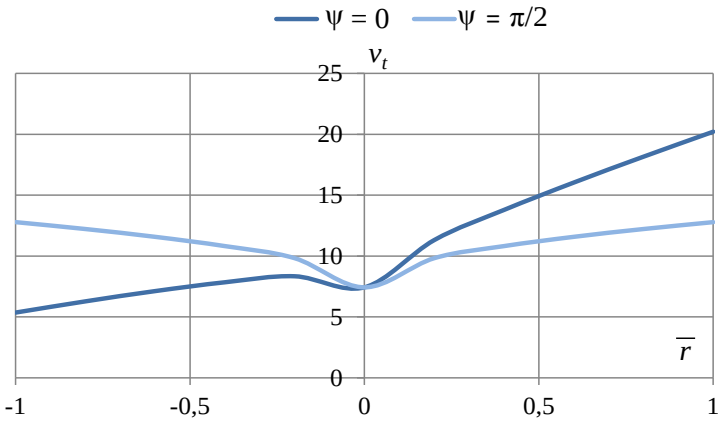


Рис. 6. Распределение индуктивной скорости

Разработанная методика расчета начальных условий стрельбы и учета возмущающих факторов в составе комплекса методик решения задач внешней баллистики позволяет рассчитывать характеристики рассеивания снарядов и ракет при стрельбе с подвижного носителя.

Список литературы

1. *Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н.* Внешняя баллистика. – М.: Машиностроение, 2005. – 608 с.
2. *Миль М.Л., Некрасов А.В., Браверман А.С., Гродко Л.Н., Лейканд М.А.* Вертолеты. Расчет и проектирование. Том 1. Аэродинамика. – М.: Машиностроение, 1966. – 455 с.
3. *Браверман А.С., Вайнтруб А.П.* Динамика вертолета. Предельные режимы полета. – М.: Машиностроение, 1988. – 280 с.

Коротков Д.И., магистрант, e-mail: korotkovdmitriy94@gmail.com;
Селифонов В.С., к.т.н, доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Разработка технологии и исследование процесса заточки прямозубых зуборезных долбяков

Аннотация: В ходе выполнения данной работы были получены предварительные результаты заточки заборезного долбяка, приводятся данные визуального осмотра режущего инструмента до и после заточки. Приводится схема заточки и базирования долбяка, приводится описание конструкции приспособления. Описываются дальнейшие мероприятия по изучению вопроса заточки инструмента.

Ключевые слова: заточка зуборезных долбяков, передняя поверхность, шероховатость поверхности, приспособление для шлифовальных работ.

Развитие машиностроения в наше время сводится к улучшению рабочих параметров выпускаемых изделий – скоростей, давлений, нагрузок, температур и т.п. с одновременным повышением их долговечности и надежности. Это достигается не только благодаря повышению точности обработки и экономических показателей процессов изготовления машин, но и применению более совершенных конструкционных материалов [1].

Сейчас невозможно обойтись без применения автоматизированного оборудования (автоматические станки, станки-автоматы, станки с ЧПУ, ГПС, ГПМ), где процесс обработки происходит без участия рабочего, а качество и скорость обработки практически не зависят от его квалификации [1].

Режущий инструмент, как элемент технологической системы, играет ведущую роль в достижении требуемых технологических и экономических показателей процесса металлообработки. Одним из характерных примеров данного процесса является процесс зубообработки, в частности, нарезание зубьев долбяком.

Зуборезный инструмент работает с малыми сечениями срезаемой стружки, поэтому зуб изнашивается в основном по задней поверхности и неравномерно [2, 3]. Наибольший износ наблюдается у вершин зуба инструмента, величина которого составляет: для чистового нарезания зубьев 0,06…0,12 мм; для черновой обработки 0,8…1,0 мм [2]. С увеличением износа инструмент теряет свои режущие свойства, что приводит к возрастанию силы резания, увеличению шумности и вибрации в процессе обработки, ухудшению качества обработанной поверхности.

Таким образом, одной из важных задач предприятий машиностроения является заточка РИ. От качества заточки инструмента зависит как производительность обработки, так и качество обработанной поверхности. Данная задача решается применением специальных и универсально-заточных станков с использованием различных приспособлений. Данная задача характерна для предприятия ООО «Эгида - Брянск», одним из видов изделий которого является цилиндрические зубчатые колеса.

Таким образом, целью данной работы является разработка приспособления и исследование процесса заточки режущего инструмента – долбяка для производственных условий ООО «Эгида-Брянск».

Предварительные исследования по заточке инструмента проводились на универсально-заточном станке мод. 3В642 в лаборатории кафедры «Металлорежущие станки и инструменты». На стол данного станка было установлено приспособление для шлифовальных работ, состоящее из основания, на котором закреплены поворотная платформа с закрепленным электродвигателем и корпус, в котором установлен шпиндель с внутренним конусом Морзе №5. Кинематическая схема приспособления представлена на рис. 1.

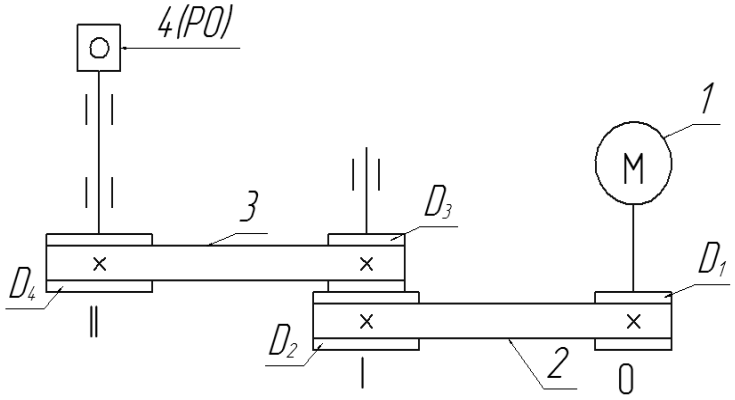


Рис. 1. Кинематическая схема приспособления:
1 – электродвигатель; 2,3 – клиноременная передача; D_1, D_2, D_3, D_4 – диаметры шкивов; 4 – рабочий орган приспособления (шпиндель)

Долбяк базируется по цилиндрическому отверстию и торцу на цилиндрической оправке, которая в свою очередь, базируется по внутреннему коническому отверстию приспособления (Морзе 5). Вращение шпинделя приспособления осуществляется от асинхронного электродвигателя (1) через понижающие ременные передачи (2, 3). Контроль расположения переднего угла долбяка осуществлялся с помощью индикатора часового типа и продольным перемещением стола с приспособлением.

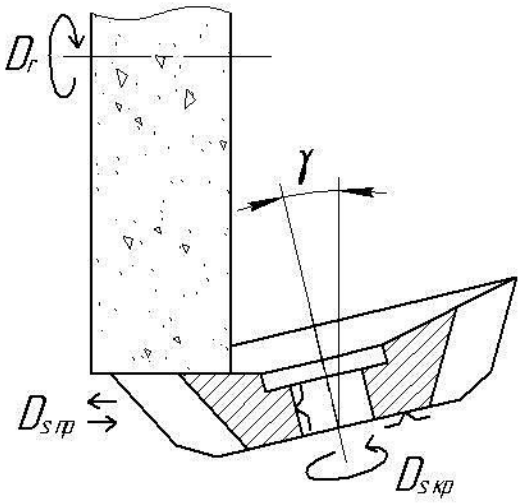


Рис. 2. Схема заточки и базирования прямозубого долбяка

Испытания после заточки РИ проводились на производстве предприятия ООО «Эгида-Брянск». Визуальный осмотр долбяка показал:

1). Шероховатость передней поверхности долбяка не отличается от шероховатости после заводской заточки;

2). Обработка зубчатого венца идет в нормальном режиме, качество боковых поверхностей зубьев при визуальном осмотре не отличается от качества поверхностей, полученных обработкой долбяком с «заводской» заточки.

В дальнейшем планируется произвести контроль твердости передней поверхности долбяка, контроль кинематической погрешности зубчатого колеса

после обработки заточенным долбяком, измерение отклонения эвольвенты на эвольвентомере.

Список литературы

1. *Звягольский Ю.С.* Технология производства режущего инструмента / Ю.С. Звягольский, В.Г. Солоненко, А.Г. Схиртладзе. – М.: Высшая школа, 2010 – 414 с.
2. *Аршинов В.А.* Резание металлов и режущий инструмент / В.А. Аршинов, Г.А. Алексеев. – М.: Машиностроение, 1967 – 500 с.
3. *Кожевников Д.А.* Режущий инструмент / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов и др. – М.: Машиностроение, 2007 – 528 с.

Костюков М. В., магистрант, e-mail: mexanik031333@mail.ru
Шмат А. С., магистрант;
Щербаков А. Н., к.т.н, доцент;
Захаров Л. А., к.т.н, доцент;
Хандожко А.В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Разработка специализированного отрезного станка для пластмассовых деталей

Аннотация: Одной из главных отраслей, потребляющих пластмассы, является машиностроение. Внедрению пластмасс в различные отрасли машиностроения способствуют их хорошие эксплуатационные характеристики, высокие электротехнические свойства, коррозионная стойкость, незначительный шум при работе и т.д.

В ряде случаев после получения заготовок требуется их дополнительная механическая обработка, которая имеет ряд особенностей. По базовой технологии разрезание заготовок типа изолятор из пластмасс выполняют на специализированных станках.

В результате проведенного анализа базового оборудования на отечественном рынке, было выявлено, что похожие станки практически не встречаются. На основе этого было принято решение о проектировании нового специализированого станка.

Целью является разработка конструкции станка позволяющая получать стабильное высокое качество реза, точности, производительности и уровня безопасности при обработке изделий из пластмасс.

Предварительно были проведены экспериментальные исследования, позволяющие определить основные силовые и скоростные характеристики проектируемого станка. Также были проведены основные кинематические и прочностные расчеты. Позволяющие определить основные размеры проектируемых деталей и подбирающихся комплектующих.

В конструкции станка за основу принят агрегатно-модульный принцип и импорта-замещающий подход, который предполагает использование конструкционных

унифицированных модулей. Она отличается широкими возможностями по переналадке на обработку заготовок различных типоразмеров.

В результате этого была разработана оригинальная конструкция станка и изготовлен опытный образец специализированного станка полуавтомата.

В настоящий момент проводится пуско-наладочные работы.

Ключевые слова: Станок, специализированный, отрезной, механизм, модуль, электрошпиндель.

На основе анализа современных тенденций в различных отраслях промышленности, изделия из пластмассы, являются самыми распространёнными наряду с другими изделиями не из пластмассы.

Изделия из пластмассы получают различными способами: прессованием, литьем под давлением, формование и штамповкой. Кроме традиционных методов в производстве таких изделий требуется дополнительная механическая обработка. Получаемые поверхности изделий после механической обработки должны иметь высокие требования по качеству и точности. К таким требованиям относятся: низкая шероховатость, отсутствием повреждений на получаемой поверхности, получение малого и стабильного заусенца, либо его отсутствие.

К таковым изделиям относятся электрические соединители низкочастотные различных серий. Соединитель представляет собой электротехническое устройство, предназначенное для механического соединения электрических цепей в разных видах электро- и радиоаппаратуры. Он состоит из двух частей – вилки с закрепленными в ней контактными штырями и розетки, содержащей контактные гнёзда. Основными элементами вилок и розеток являются контакты-детали, изоляторы, корпусные детали.

Изоляторы соединителей служат для изоляции между контактами и металлическим корпусом в заданных условиях работы. Они служат также для закрепления и фиксации контактов и передачи механических сил контактам при сочленении и расчленении вилок и розеток соединителей. Их изготавливают методом прессования на термопластавтоматах из различных материалов (например: Пенлайт, Техномид, Полиамид, Лексан и т.д.), которые относятся к группе термопластов с добавлением 20% стекловолокна. Так как изоляторы производят различных типоразмеров в зависимости от серии электрического соединителя, то для этого требуется большая номенклатура штампов. Чтобы уменьшить затраты производства штамповочной оснастки изоляторы изготавливают наибольшего типоразмера. Затем их подвергают дополнительной механической обработке разрезанием на требуемый типоразмер.

Для осуществления данной задачи используют специализированные отрезные станки (рис. 1), предназначенные для отрезания изоляторов на различные типоразмеры. Они состоят из основания (1) на которое устанавливают асинхронный электродвигатель (2) и специально спроектированной оснастки. Оснастка состоит из поперечной направляющей (3) по которым перемещается каретка (4), с установленным на ней приспособлением (5) для резки изоляторов, а также воздухоотсоса (6), пусковой установки «пуск/стоп» (7), режущего инструмента (дисковой фрезы) (8) и кожуха (9).

Получаемая поверхность после обработки изоляторов не удовлетворяет предъявляемым требованиям по обеспечению качества и точности получаемого поверхностного слоя изделий. В процессе обработки получается неравномерная шероховатость, оплавление, нестабильный заусенец, сколы и задиры. Это требует дальнейшей дополнительной трудоемкой слесарной обработки поверхностей среза.

При тщательном рассмотрении проблемы был проведен анализ компоновки существующего станка, а также лабораторные исследования используемого оборудования. Результаты измерений позволили выявить ряд недостатков: 1) отсутствует фиксации заготовки в приспособлении, что приводит к ненадёжной и нестабильной работе; 2) подача заготовки при разрезании осуществляется вручную и как следствие это приводит к низкой и нестабильной по качеству обработанной поверхности; 3) отсутствие возможности настройки скорости резания и подачи в зависимости от обрабатываемого материала заготовки; 4) низкое качество инструментальной оснастки; 5) низкое качество изготовление и сборки основных узлов в механизме перемещения приспособления с заготовкой, что является источником для появления вибрации, биения режущего инструмента и низкого качества обработанной поверхности.

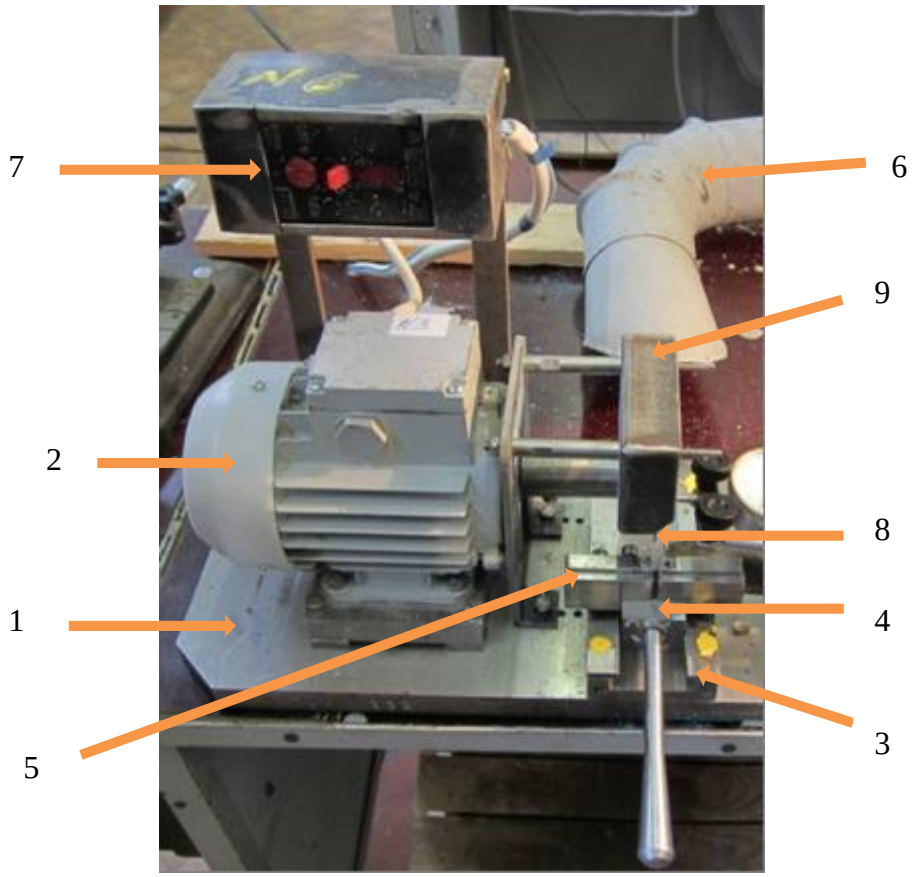


Рис. 1. Общий вид специализированного станка для разрезания деталей типа изолятор

В результате проведенного анализа оборудования, было выявлено, что похожие станки практически не встречаются на отечественном рынке. На осно-

ве этого было принято решение о проектировании нового специализированого станка.

При проектировании было рассмотрено и проанализировано несколько различных компоновочных решений по ряду критериев. В итоге была выбрана наиболее рациональная компоновка для нового проектируемого станка.

Это компоновочное решение станка характеризуется: 1) сравнительно простой конструкцией; 2) возможностью обрабатывать детали разных типоразмеров; 3) обеспечением поперечной подачи каретки с электрошпинделем в зону резания от привода (что позволит получить высокое и стабильное качество обработанной поверхности); 4) обеспечением высокой точности перемещений; 5) высокой точностью регулировки приспособления с заготовкой; 6) возможностью автоматического зажима заготовки в приспособлении во время работы.

Предварительно были проведены экспериментальные исследования позволяющие определить основные силовые и скоростные характеристики проектируемого станка. Также были проведены основные кинематические и прочностные расчеты. Позволяющие определить основные размеры проектируемых деталей и подбирающихся комплектующих [1,2].

При конструировании станка за основу принят агрегатно-модульный принцип и импорта-замещающий подход, который предполагает использование конструкционных унифицированных модулей для проектируемых приводов главного и подач.

Для реализации привода главного движения было решено использовать современный электрошпиндель (3) с воздушным охлаждением, который позволяет регулировать частоту вращения шпинделя до 18000 мин$^{-1}$ (рис. 2), при помощи векторного частотного преобразователя. Это позволяет подобрать оптимальные скоростные режимы резания, при обработки изделий из различных пластмасс. Передний конец электрошпинделя оснащен цанговым патроном для установки оправки с режущим инструментом диаметром до 16 мм. Электрошпиндель монтируется на вертикальную стойку (5), которая позволяет регулировать вертикальное положение, в зависимости от изменения диаметра инструмента. А также имеет защитный кожух (4) для обеспечения требований техники безопасности, так как обработка изделий может, производится на высоких скоростных режимах.

В качестве поперечной подачи каретки с электрошпинделем и режущим инструментом в зону обработки, были выбраны комплектующие отечественного производителя производства ЗАО «ЗМИ» модуль линейных перемещений серии СТМ-2 (2) и сервопривода серии СПС - 25. Модуль линейных перемещений включает в себя основание с двумя направляющими качения, каретку и тяговое устройство (шарико-винтовая пара). В комплект сервопривода входят синхронный электродвигатель и сервоусилитель [3].

Для обеспечения величины продольных перемещений, которая сравнительно мала, а также требует высокой точности и носит установочный (подналадочный) характер был спроектирован механизм продольных перемещений. Для реализации перемещений использована профильная линейная направляю-

щая качения с гофрозащитой. Чтобы обеспечить точное перемещение в продольном направлении был использован микрометрический винт, а для контроля положения предусмотрен датчик линейных перемещений модели ЛИР-15 (компании «СКБ ИС», РФ), встраиваемый в конструкцию механизма. Для отображения информации по величине перемещений используется устройство цифровой индикации приборного исполнения ЛИР-510А (компании «СКБ ИС», РФ) [4].

Заготовка базируется в специальном разработанном приспособлении. В связи с широкой номенклатурой обрабатываемых изделий все приспособления были отсортированы по группам в зависимости от типоразмеров обрабатываемых изоляторов. В представленной конструкции использована схема крепления приспособления клином, что позволяет повысить ее жесткость и ветроустойчивость.

В ходе обработки фиксация заготовка происходит в автоматическом режиме, с помощью специально сконструированного механизма прихвата.

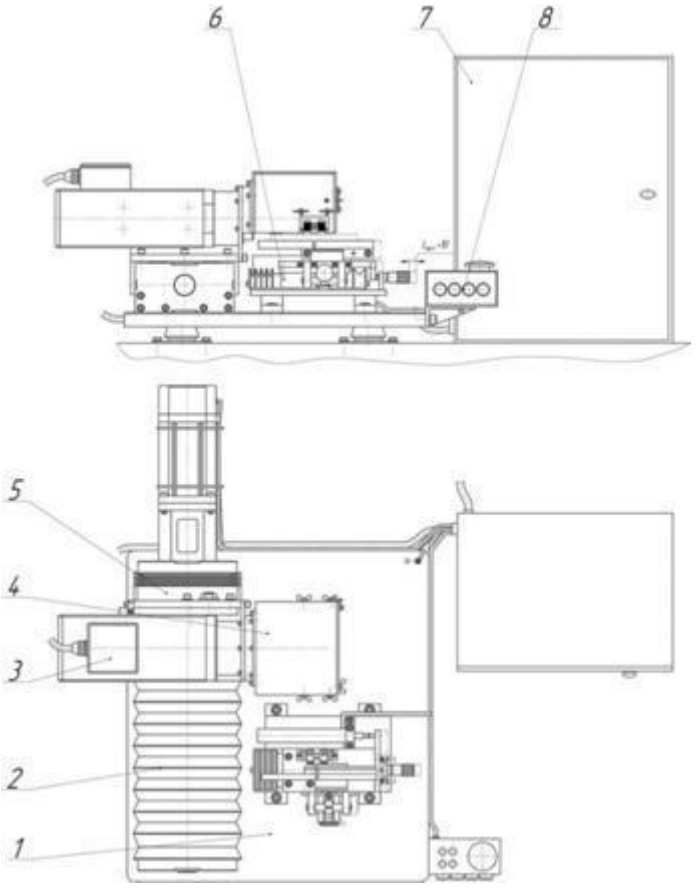


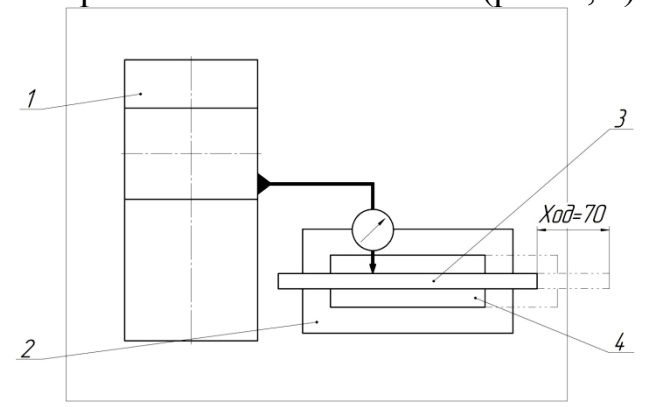
Рис. 2. Конструктивная схема специализированного проектируемого станка

Все узлы станка монтируются на основании (1) кроме электрооборудования, которое устанавливается в электрошкаф (7).

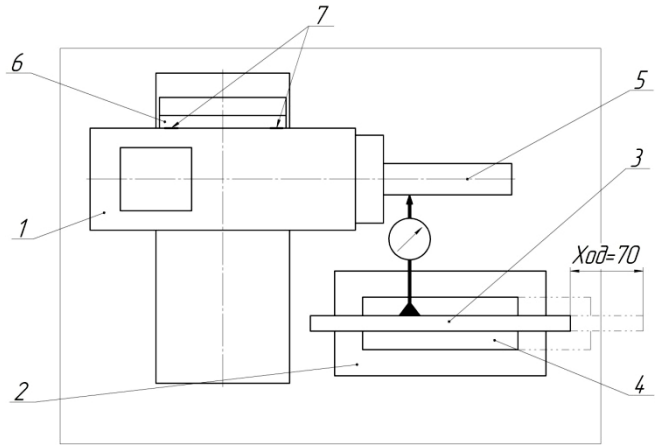
При изготовлении станка, в частности сборке необходимо обеспечить его заданную геометрическую точность. Она определяется точностью геометрических форм и взаиморасположения поверхностей, а также положением оси вращения и траектории перемещении исполнительных органов относительно друг

друга и конструкторских баз. Заданные траектории перемещения исполнительных органов определяются требованиями по обеспечению перпендикулярности и прямолинейности взаимного расположения базовых узлов несущей системы.

Применительно к данному станку необходимо обеспечить перпендикулярность механизма продольного перемещения (2) относительно модуля поперечных подач (1) не более 0,01 мм на длине 70 мм в горизонтальной плоскости (рис. 3, а). Кроме того, необходимо обеспечить параллельность оси электрошпинделя (1) относительно механизма продольного перемещения (2) не более 0,01 мм на длине 70 мм в горизонтальной плоскости (рис. 3, б).



а)



б)

Рис. 3. Схемы измерения перпендикулярности и параллельности узлов станка при сборке (вид сверху)

Для обеспечения перпендикулярности оси модуля линейных перемещений (1) относительно базовой поверхности приспособления (4) установленном в механизме продольных перемещений (2) использовалась схема измерений, представленная на рисунке 3а. На зафиксированном модуле (1) устанавливаем стойку с индикатором, щуп которого опирается на шлифованную пластину (3) закреплённой в приспособлении (4). За счет смещения приспособления на величину хода было определено его положение.

Для обеспечения параллельности оси электрошпинделя (1) и базовой поверхности приспособления (4) использовали схему на рисунке 3б. После опре-

деления положения механизма продольного перемещения (2) устанавливаем шлифованную пластину (3) в приспособлении (4) к которой крепим стойку с индикатором. За счет перемещения приспособления с индикатором на величину хода определяем положение оси оправки (5) установленной в электрошпинделе (1). После чего положение происходит фиксация найденного положения электрошпинделя.

В результате проведенных опытно-конструкторских работ была разработана оригинальная конструкция станка. Она отличается широкими возможностями по переналадке на обработку заготовок различных типоразмеров.

После чего был изготовлен опытный образец специализированного станка полуавтомата (рис. 4). В настоящий момент проводятся пуско-наладочные работы.

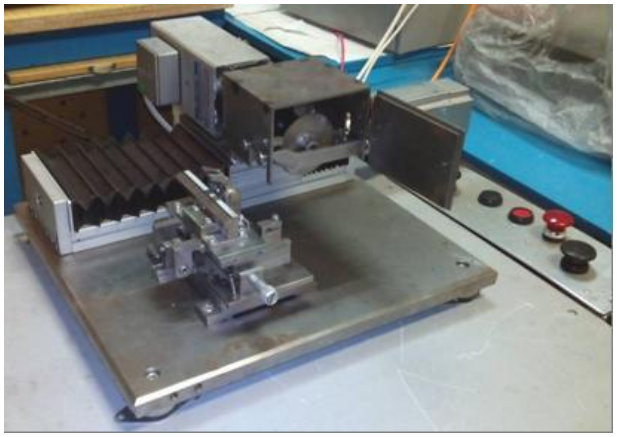


Рис. 4. Общий вид опытного образца специализированного отрезного станка

Список литературы

1. *Федонин О.Н., Хандожко А.В., Щербаков А.Н., Захаров Л.А.* Механическая обработка изделий из пластмасс // Наукоемкие технологии в машиностроении. 2015. №6(48). С.24-29;
2. *Федонин О.Н., Хандожко А.В., Щербаков А.Н., Захаров Л.А.* // Обработка пластмассовых изделий резанием // Машиностроение и техносфера XXI века. 2015. Т.2. С.149-152;
3. Компания ЗАО «ЗМИ»: [Сайт]. URL: http://www.zaozmi.ru/.
4. Компания «СКБ ИС» [Сайт]. URL: http://www.skbis.ru/.

Кунгуров Д.А., аспирант, e-mail: d_kungurov@mail.com

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка технологической оснастки для магнитно-абразивного полирования плоских поверхностей

Аннотация: В статье представлен обзор известных торцовых индукторов, применяемых при магнитно-абразивной обработке плоских поверхностей. Проанализированы технические решения, примененные для достижения высоких эксплуатационных показателей такой оснастки. Установлено, что электромагнитные индукторы превосходят индукторы на постоянных магнитах по значениям магнитной индукции. Эффективность применения индукторов на постоянных магнитах также подтверждена. При применении магнитотвердых материалов на основе сплава *Sm-Co* в рабочем зазоре индуцируется достаточная величина магнитной индукции для реализации резания, но практическое применение таких дефицитных магнитотвердых материалов было реализовано лишь в единичных случаях. В настоящее время сплавы *Sm-Co* вытеснены превосходящими по характеристикам, дешевыми и легкими сплавами *Nd-Fe-B*. Поэтому, учитывая известный опыт конструирования, разработан индуктор на постоянном магните последнего поколения, который выгодно отличается от электромагнитного аналога отсутствием затрат электроэнергии и источников питания с устройствами герметизации токопроводящих элементов. Проведенными измерениями установлено, что по величине магнитной индукции разработанный индуктор не уступает электромагнитному, при этом имеет значительно меньшие габаритные размеры и массу, что влечет за собой много конструктивных преимуществ. Для повышения производительности полирования индуктор располагает на торце шестью радиальными пазами-концентраторами магнитного потока. Создание подобной оснастки различных типоразмеров позволит повысить качество обработки и расширить технологические возможности станков.

Ключевые слова: технологическая оснастка, магнитно-абразивное полирование, плоская поверхность, торцовый электромагнитный индуктор, торцовый индуктор на постоянных магнитах, ферроабразивный наполнитель, магнитная индукция.

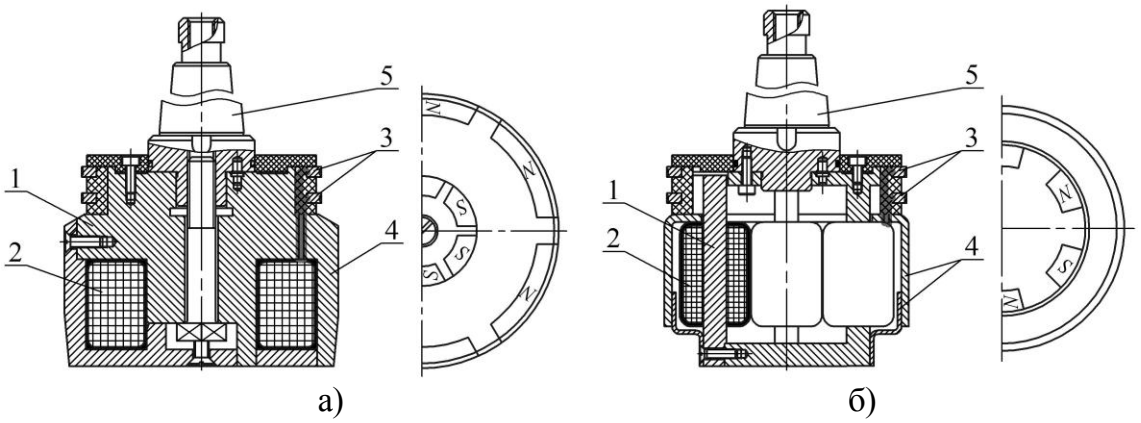
Проблема финишной обработки плоских поверхностей актуальна во всех областях техники. Используемое в этих целях тонкое шлифование обеспечивает высокую точность, однако сформированная поверхность имеет свойственные шлифованию пониженные значения характеристик качества поверхностного слоя. Другие известные абразивные способы (полирование абразивными лентами и пастами, суперфиниш, доводка, притирка) имеют ограниченные технологические возможности, поэтому целесообразен поиск новых технических решений в данном направлении. Развитие традиционных способов отделки плоскостей часто не отвечает современным требованиям. Выход на более высокий уровень качества возможен путем создания прогрессивных технологий, основанных на использовании нетривиальных физико-химических источников энергии. Одним из таких источников является энергия магнитного поля, и в этой

связи магнитно-абразивное полирование (МАП) обладает колоссальным технологическим потенциалом. Уникальное сочетание совместного воздействия магнитного поля и щадящих режимов удаления дефектного поверхностного слоя позволяет получать поверхность с минимальным количеством дефектов и высокими эксплуатационными свойствами. В процессе МАП возможно управлять в широких пределах механизмами микрорезания и упругопластического деформирования [1].

Для осуществления магнитно-абразивной обработки плоскостей наиболее известны конструкции электромагнитных индукторов и индукторов на постоянных магнитах с торцовой рабочей поверхностью. Торцовые индукторы эффективно работают при МАП плоскостей изделий из различных материалов [2], когда ферроабразивный наполнитель (далее по тексту – наполнитель) уплотняется магнитным полем, наводимым в рабочем зазоре между торцом индуктора и обрабатываемой плоскостью.

Основным достоинством электромагнитных индукторов считают удобство управления величиной магнитной индукции в рабочих зазорах путем регулирования тока в намагничивающих катушках. Создание постоянного тока современными источниками питания для таких индукторов не представляет трудностей, при этом удается создавать поля с магнитной индукцией 0,8-1,4 Тл [3]. К недостаткам относятся большие размеры и массу намагничивающих катушек, затрудненность доступа в рабочую зону, необходимость во внешних источниках питания и системы управления, сложность герметизации токонесущих частей попадания СОТС и наполнителя.

Конструкция двухрядного электромагнитного индуктора представлена на рисунке 1а [2]. Индуктор состоит из корпуса 1, в котором размещена намагничивающая катушка 2, а для ее питания имеются токосъемные кольца 3. Снизу катушка закрыта крышкой 4. В шпинделе станка индуктор крепится с помощью оправки 5.



а) б)

Рис. 1. Конструкции торцовых электромагнитных индукторов:
а – двухрядного, б – однорядного

При подаче тока на кольца 3 обмотка катушки 2 создает магнитный поток, при этом торцы корпуса 1 становятся разноименными полюсами, разде-

ленными крышкой 4. Вращающийся при полировании индуктор увлекает за собой наполнитель, размещенный в рабочем зазоре. Магнитное поле в зазоре между двумя рядами из шести пар полюсов, создает нормальные, тангенциальные и радиальные силы, которые осуществляют резание и удерживают наполнитель.

Однако в кольцевой зоне между разноименными полюсами магнитное поле равномерно и градиент магнитной индукции равен нулю. Тем не менее, зерна наполнителя и в этом случае двигаются вместе с индуктором. Силы, приводящие наполнитель в движение, образованы неравномерностью магнитного поля в вертикальном направлении, что создает эффект прижатия наполнителя к обрабатываемой плоскости. Силы трения в зоне контакта торца индуктора с наполнителем заставляют вращаться всю его массу. Отсутствие магнитных сил, действующих в направление вращения полюсов, вызывает значительное отставание основной массы порошка в кольцевой зоне, что снижает интенсивность МАП. Имеет место проскальзывание наполнителя, и ресурс его режущих свойств расходуется на полирование не только заготовки, но и торца индуктора.

Нашел применение двухрядный индуктор, конструкция которого представлена на рисунке 1б [2]. Индуктор состоит из корпуса 1, являющегося магнитопроводом, который выполнен в виде втулки с прорезанными пазами. Стержни корпуса являются полюсами. На каждом из шести полюсов установлена намагничивающая катушка 2, подключение обмоток которой кольцами 3 выполнено так, чтобы полярность чередовалась. Катушки защищены кожухами 4. В шпинделе станка индуктор крепится с помощью оправки 5.

Рабочая площадь однорядного индуктора с тремя парами полюсов в 2-3 раза меньше, чем у двухрядного, то есть количество наполнителя, одновременно участвующего в резании значительно меньше. Установлено, что величина удельного съема материала при полировании таким индуктором была до 2 раз меньше, чем у двухрядного. Определено, что в процессе резания участвовали одни и те же зерна наполнителя, что привело к резкому снижению производительности. Магнитное сопротивление стержней-полюсов большое из-за малого сечения, что вызвало повышенные утечки магнитного потока между соседними полюсами. Применение однорядного индуктора ограничено МАП только магнитных материалов по причине низкого значения магнитной индукции в рабочем зазоре [3].

Разработанные конструкции индукторов на постоянных магнитах выгодно отличаются от электромагнитных отсутствием затрат электроэнергии. Использование постоянных магнитов позволяет отказаться от источников питания, систем управления и токосъемных элементов, в связи с этим упростить конструкцию и исключить отказы. Также отпадает необходимость в тщательной герметизации токопроводящих элементов от попадания наполнителя и СОТС. Такие индукторы имеют небольшие габаритные размеры и массу, что влечет за собой много конструктивных преимуществ.

Результаты исследований [3, 4, 5] показали эффективность применения индукторов на постоянных магнитах в целях МАП. Установлено, что постоянные магниты индуцируют магнитное поле с достаточной величиной магнитной индукции в рабочем зазоре для реализации процесса резания.

В этой связи показателен опыт применения устройства «Роса» [6]. При эксплуатации космической станции «Мир» возникла проблема очистки наружных поверхностей иллюминаторов. Корректирующие двигатели станции, эпизодически включаясь, расходуют топливо, продукты сгорания которого в космическом пространстве тянутся шлейфом за станцией. Движущаяся станция обладает электростатическим зарядом, поэтому притягивает частицы продуктов сгорания топлива. В результате поверхность комплекса, в том числе и стекла иллюминаторов, покрываются пленкой сложного химического состава. Под действием солнечной радиации и циклического перепада температур (от минус 90 до плюс 110 °С) в пленке происходят структурные изменения, и она значительно ухудшает оптические свойства стекол иллюминаторов, затрудняет визуальные, телеметрические наблюдения и измерения с борта станции. Попытки очистки стекол, предпринятые космонавтами при выходе в открытый космос, были безуспешны.

Реализация технических решений [7, 8, 9] стали основанием для разработки устройства «Роса» для магнитно-абразивной очистки, схема которого представлена на рисунке 2а. Устройство представляет собой индуктор на постоянных магнитах с торцовой рабочей поверхностью. Устройство имеет корпус 1, на котором закреплен привод вращения 2 с диском 3. На диске закреплено восемь магнитов 4. К нижнему торцу корпуса крепится мембрана 5 посредством болтов с шаровыми опорами 6. На мембране магнитными полями магнитов удерживается наполнитель 7 в виде щеток. Щетки увлекаются полями магнитов и при вращении диска полируют обрабатываемую плоскость.

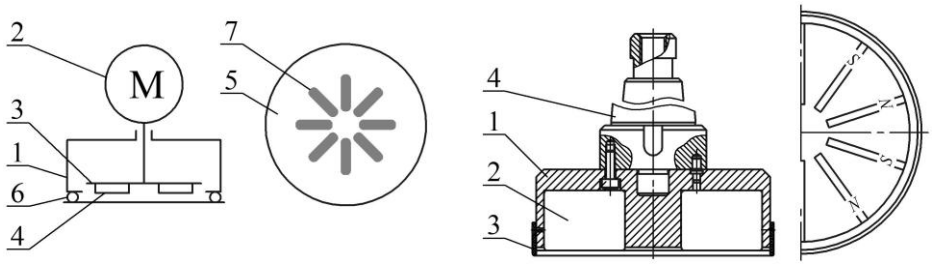


Рис. 2. Индукторы на постоянных магнитах:
а – схема устройства «Роса», б – торцовый станочный индуктор

При вращении происходит перемещение щеток наполнителя и эффективная переориентация его зерен. Но при работе устройства имело место нежелательное явление интенсивного трения наполнителя о поверхность мембраны, что быстро приводило к ее износу. Однако после испытаний и доработки устройства «Роса» было принято решение об его эксплуатации в условиях от-

крытого космоса при очистке от загрязнений стекол иллюминаторов космической станции «Мир».

Аналогична устройству «Роса» конструкция станочного индуктора, которая представлена на рисунке 2б [3]. Конструкция индуктора содержит корпус 1, в пазах которого радиально размещены узкие магнитные призмы 2. Призмы установлены так, чтобы полюсы чередовались. Торец индуктора охвачен эластичным элементом 3, кромка которого расположена ниже полюсов. Эластичный элемент предназначен для снижения потерь массы наполнителя при высоких частотах вращения индуктора. В шпинделе станка индуктор крепится с помощью хвостовика 4. При МАП вращающийся индуктор увлекает за собой наполнитель, размещенный в рабочем зазоре [3].

Однако отсутствие изоляции призм от наполнителя и СОТС, привело к механическому и коррозионному износу полюсов. Активному истиранию подвергался также эластичный элемент [3]. Близкое расположение и друг к другу призм-магнитов с чередующимися полюсами снижает величину магнитной индукции в рабочем зазоре, что обусловлено магнитными свойствами использованных магнитотвердых материалов, поэтому эффективность МАП таким индуктором сомнительна. В отличие от использованных бариевых ферритов, в предыдущей конструкции на рисунке 2а были использованы магнитотвердые материалы на основе редкоземельных элементов с кобальтом. Высокая коэрцитивная сила этих материалов обуславливает высокую стабильность магнитных свойств в условиях, когда магниты могут быть расположены вблизи полей других магнитов. Преимущества магнитов на основе материалов *Sm-Co* по сравнению с литыми сплавами и металлокерамическими сплавами также связаны с повышенными значениями магнитной индукции и удельной магнитной энергии. Однако их стоимость значительно выше, чем у остальных групп магнитотвердых материалов, что сдерживает применение материалов *Sm-Co* в технологических целях для МАП.

Однако последнее поколение магнитотвердых материалов на основе материала *Nd-Fe-B* превосходят все известные материалы. Свойства известных магнитотвердых материалов, используемых в различных отраслях промышленности в настоящее время приведены в таблице [10].

Таблица. **Свойства магнитотвердых материалов**

Свойства	Группа материалов			
	Nd-Fe-B	*Sm-Co*	*Al-Ni-Co*	*Ba-Fe-O*
Удельная магнитная энергия, кДж/м^3	415	240	84	44
Коэрцитивная сила, кА/м	1045	840	147	335
Магнитная индукция *B*, Тл	1,46	1,16	1,37	0,45

Магниты из сплавов *Nd-Fe-B* (неодим-железо-бор) имеют самые высокие магнитные свойства, но они чувствительны к изменению температуры и имеют самую низкую коррозионную стойкость. Магниты из сплавов *Sm-Co* (самарий-кобальт) имеют повышенные значения магнитной индукции и их сложно раз-

магнитить. Материалы этой группы сохраняют стабильность свойств при повышенных температурах и имеют самую высокую коррозионную стойкость. Магниты из сплавов *Al-Ni-Co* (алюминий-никель-кобальт) имеют высокие значения магнитной индукции, коррозионно-стойкие и меньше всего подвержены влиянию температуры, однако легко размагничиваются. Магниты из сплавов *Ba-Fe-O* (металлокерамических сплавов или ферритов) имеют самые низкие значения магнитной энергии и магнитной индукции, стабильность их магнитных свойств невысокая. Магниты данной группы имеют самую низкую стоимость.

Для применения в конструкциях индукторов на постоянных магнитов больше всего подходят две группы магнитотвердых материалов: *Nd-Fe-B* и *Sm-Co*. Но сплавы *Nd-Fe-B* имеют на 13-15% меньшую плотность и дешевле примерно в 2 раза, чем сплавы *Sm-Co*. Поэтому, учитывая опыт конструирования электромагнитных индукторов и индукторов на постоянных магнитах, в рамках выполнения НИР [11] разработан и изготовлен торцовый магнитный индуктор с использованием сплава на основе *Nd-Fe-B*, конструкция и общий вид которого представлены на рисунке 3. Индуктор предназначен для МАП плоскостей, но может быть использован и для отделки кромок деталей [12].

Индуктор состоит из корпусов 1 и 2. Рабочей поверхностью является торец корпуса 1 с шестью радиальными пазами шириной 4 мм. В корпусе установлен кольцевой магнит 3 из сплава *Nd-Fe-B*. Для закрепления в патроне станка имеется хвостовик 4.

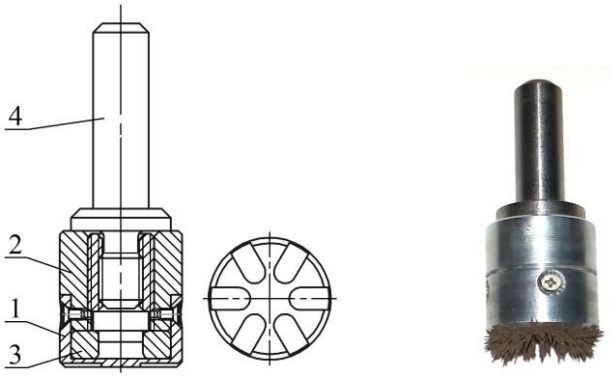


Рис. 3. Индуктор с использованием сплава на основе *Nd-Fe-B*

Проведены исследования магнитного поля в плоском рабочем зазоре при МАП [13]. Картина магнитного поля подтвердила сходство разработанного индуктора с однорядным электромагнитным индуктором (рисунок 1а). Радиальные пазы, являясь концентраторами магнитного потока, исключают недостаток электромагнитного индуктора в виде кольцевой зоны и наполнитель удерживается в пазах в виде режущих щеток. В «Лаборатории электромагнитных исследований» АО «ИЭМЗ «Купол» с помощью тесламетра на расстоянии 1,5±0,3 мм от торца разработанного индуктора установлено, что величина максимальной магнитной индукции составила 1,22 Тл, что подтверждает возможность использования данного магнитного индуктора в целях МАП (у индуктора на рисунке

1а B=1,25-1,4 Тл, у индуктора на рисунке 1б B=0,92 Тл, у индуктора на рисунке 2б B=1,2 Тл [2]).

Разработанный индуктор на постоянных магнитах последнего поколения имеет существенно упрощенную конструкцию с небольшими габаритными размерами и имеет достаточную для реализации резания величину магнитной индукции в рабочем зазоре, располагает радиальными пазами-концентраторами магнитного потока, что обеспечивает увеличение производительности МАП.

Создание технологической оснастки с рядом типоразмеров на основе разработанной конструкции и принятых решений позволит повысить качество обработки и расширить технологические возможности станков фрезерной группы с вертикальной компоновкой.

Список литературы

1. *Сакулевич Ф.Ю.* Основы магнитно-абразивной обработки. – Мн.: Наука и техника, 1981. – 328 с.
2. *Барон Ю.М.* Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. – Л.; Машиностроение. Ленингр. отд-ние. 1986. – 176 с.
3. *Барон Ю.М.* Технология абразивной обработки в магнитном поле. – Л.: Машиностроение, 1978. – 128 с.
4. *Приходько С.П., Барон Ю.М.* Технологические закономерности магнитно-абразивного полирования индукторами на постоянных магнитах. – В кн.: Автотракторное оборудование, М.: НИИНавтопром, 1983, вып. 6, С. 12-14.
5. *Приходько С.П.* Магнитно-абразивное полирование с применением индукторов на постоянных магнитах: автореф. дис. … канд. техн. наук. Л.: ЛПИ, 1983. – 20 с.
6. *Хомич Н.С.* Магнитно-абразивная обработка изделий: монография / Н.С. Хомич. – Мн.: БНТУ, 2006. – 218 с.
7. А.с. 1563948 СССР. Устройство для магнитно-абразивной обработки / *В.Н. Чачин* [и др.] // Бюл. – 1990. – №18.
8. А.с. 1662815 СССР. Способ магнитно-абразивной обработки деталей из немагнитных материалов / *В.Н. Чачин* [и др.] // Бюл. – 1991. – № 26.
9. А.с. 1830341 СССР. Устройство для магнитно-абразивной обработки / *В.М. Яркович* [и др.] // Бюл. – 1993. – № 28.
10. Полимагнит [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ndfeb.ru/properties (дата обращения: 09.03.2016).
11. *Кунгуров Д.А.* Разработка экспериментальных ферромагнитных абразивных порошков для механической обработки деталей: отчет о НИР (промежуточный). – Ижевск, 2015. 11 с.
12. *Кунгуров Д.А., Мкртчян А.Ф.* Использование технологии магнитно-абразивной обработки для отделки кромок деталей // Современные тенденции развития науки и технологий: материалы XI Международной научно-практической конференции. – Белгород: Издательство АПНИ, 2016. – С. 60-62.
13. *Кунгуров Д.А., Филькин Н.М., Мкртчян А.Ф.* Расчет магнитного поля в плоском рабочем зазоре при магнитно-абразивной обработке торцовым вращающимся магнитным индуктором // Интеллектуальные системы в производстве: научно-практический журнал. – 2015. – №2 (26). – С. 64-66.

Лакалина Н.Ю., старший преподаватель, e-mail: uhastyi@mail.ru;

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Повышение эффективности обработки точных резьб большого диаметра в глубоких отверстиях

Аннотация: Нарезание точных внутренних метрических резьб большого диаметра - достаточно трудоемкий процесс. К точным резьбам предъявляются высокие требования по точности и шероховатости. Получение таких резьб представляет значительные трудности. Для решения проблем получения точных внутренних резьб большого диаметра в глубоких отверстиях были проанализированы существующие методы обработки таких резьб, выявлены проблемы и недостатки этих методов. В ходе анализа была выявлена потребность в новом прогрессивном инструменте для обработки точных внутренних резьб в глубоких отверстиях. Описан ряд исследований, результатом которых явилась разработка, изготовление и внедрение специальных одинарных метчиков с винтовой стружечной канавкой для нарезания точных резьб в глубоких отверстиях большого диаметра.

Ключевые слова: режущий инструмент, обработка отверстий, метчик, нарезание резьбы, точность, шероховатость, повышение эффективности обработки.

Нарезание точных внутренних метрических резьб большого диаметра - достаточно трудоемкий процесс, так как производится комплектом метчиков из 3 штук. К точным резьбам предъявляются высокие требования по точности и шероховатости. Получение таких резьб представляет значительные трудности. Проблема усложняется при обработке резьб с требованиями по ориентации оси среднего диаметра резьбы относительно привалочной плоскости. Кроме того, шероховатость резьбы, нарезаемой метчиками стандартной конструкции (с исполнительными размерами по ГОСТ 16925-71), достаточно высокая, а точность резьбы, получаемой стандартными метчиками, не соответствует классам точности 5Н, 6Н.

На ЗАО УК «БМЗ» (Брянский машиностроительный завод) при обработке ответственных резьб эти вопросы встали достаточно остро и заставили инженерные службы внимательно заняться их решением с подключением ученых кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ФГБОУ ВПО «БГТУ».

Особенно остро встал вопрос получения качественных резьб М48-5Н,6Н и М52-5Н,6Н. Эти резьбы были в глухих отверстиях глубиной 228 мм с длиной нарезанной части 90 мм. Резьба М48×5, например, имеет допуск 4Н5Н и шероховатость поверхности Ra3,2 мкм. Ответственность данной резьбы выражается в шероховатости профиля резьбы Ra3,2 и допуске перпендикулярности среднего диаметра резьбы относительно привалочной плоскости. Поэтому данная резьба обрабатывается по кондуктору удлиненными метчиками с задним направлением по специальной кондукторной втулке. Используется комплект из

3 метчиков со стандартными режущей и калибрующей частями. Такой метод обработки имеет ряд существенных недостатков:

- большая трудоемкость при нарезании резьб в глубоких глухих отверстиях;
- низкая точность нарезаемой резьбы, связанная с большой разбивкой среднего диаметра резьбы;
- большая шероховатость поверхности получаемой резьбы;
- проблемы с очисткой глубоких отверстий от остающейся там стружки.

Были опробованы различные конструкции метчиков, в том числе с бочкообразным зубом. Для получения точных резьбовых отверстий были разработаны чистовые метчики с разбивкой допуска среднего диаметра на 6 частей (от наибольшего среднего диаметра до наименьшего через определенный промежуток). Данные чистовые метчики позволяли на образце из того же материала, что и детали, на том же оборудовании и с теми же режимами обработки нарезать несколько резьбовых отверстий, а затем по предельным резьбовым калибрам определить, какой метчик нарезал резьбу необходимой точности, и нарезать резьбу на детали данным метчиком (метод последовательных приближений - применялся в США). Несмотря на положительные результаты по точности, данный процесс был очень трудоемким, так как не отменял нарезание резьбы комплектом метчиков. Кроме того, тратилось время на экспериментальные работы. Применение метчиков с бочкообразным зубом позволило получить положительные результаты по точности резьбы, но шероховатость её была низкой, так как при выворачивании метчика мелкая стружка попадала в зазор между затылком пера калибрующей части и профилем резьбы и царапала резьбу.

Еще одной проблемой при нарезании резьбы комплектом метчиков является очистка отверстия после нарезания резьбы каждым из метчиков, что достаточно трудоемко. Очистка проводилась сжатым воздухом под давлением 6 атмосфер, иначе стружка с СОЖ не убиралась из глубины резьбы 228 мм плюс толщина кондуктора 100 мм при снятой кондукторной втулке.

Указанные инструменты и методы обработки не позволяют получить требуемые стабильные параметры шероховатости поверхности и точности нарезаемой резьбы, поэтому возникла необходимость в новом прогрессивном инструменте.

Был проведен анализ различных существующих конструкций метчиков [1, 2], в том числе и зарубежных фирм («*DC*» (Швейцария), «*Sandvik Coromant*» (Швеция), «*Iscar*» (Израиль)), который показал, что наиболее перспективным принципиальным решением является метчик с винтовыми стружечными канавками. Он был принят за прототип. Хотя такие метчики известны и выпускаются, параметры их не стандартизованы. Поэтому важной задачей является обеспечение оптимальных характеристик таких метчиков. В результате исследований была разработана новая прогрессивная конструкция метчика, которая позволила устранить указанные недостатки и решить задачи повышения качества и производительности при нарезании резьб в глубоких глухих отверстиях.

Предлагаемый объект (специальный одинарный метчик с винтовыми стружечными канавками) позволяет уменьшить количество метчиков в комплекте с трех до одного, выводить стружку из нарезаемого отверстия, повысить точность нарезаемых резьб, снизить шероховатость поверхности нарезаемой резьбы, а также снизить трудоемкость изготовления метчиков с крупным шагом. Получаемый эффект достигается за счет особенностей конструкции метчика [3]. В результате проведенной работы был получен патент на изобретение [4].

Для обеспечения точности внутренней резьбы необходимо, чтобы исполнительные размеры среднего диаметра резьбы рассчитывались от нижней трети допуска на средний диаметр, и следует принимать -0,030 мм. Необходимо обеспечить допуск биения режущей части метчика относительно среднего диаметра метчика и допуск биения диаметра направляющего хвостовика относительно среднего диаметра метчика 0,02 мм. Режущую часть метчика следует изготовить длиной 3 нитки (номинальный сбег резьбы). Кроме того, необходимо обеспечить соосность отверстия под резьбу и оси метчика путем применения кондуктора. Калибрующая часть метчика не должна снимать стружку, а должна являться только направляющей частью инструмента. Поэтому было решено калибрующую часть не затыловывать по профилю и наружному диаметру и ограничить ее длину 5-6 нитками.

Был изготовлен опытный метчик с винтовой стружечной канавкой и передним углом 10º. Опытные работы показали, что при нарезании резьбы в стали 20, 20Г, 30Г образуется сливная винтовая стружка с небольшим угловым профилем. Это свидетельствует о том, что резание осуществляется не только конической затылованной поверхностью режущей части, но и передней кромкой боковой поверхности резьбы. Спиральная стружка хорошо размещалась в канавках метчика и выводилась из отверстия при его выворачивании. Вместе с тем микрочастицы, отрывающиеся от винтовой стружки, попадали на профиль нарезанной резьбы и при выворачивании метчика царапали поверхность и ухудшали шероховатость резьбы. Поэтому было решено образовать положительный задний угол на задней кромке пера метчика, равный 10º, при котором удалялись мелкие частицы стружки при выворачивании метчика [5].

В условиях ЗАО «УК «БМЗ» были изготовлены 3 метчика М39×3,5-6Н и 3 метчика М52×5,0-6Н соответственно с углами наклона стружечных канавок λ, равными 28, 18, 8º. Длины режущей части метчиков отличались от длин режущей части метчиков М39×3,5-6Н и М52×5,0-6Н с углом наклона стружечных канавок 38º на 0,1 мм. Углы φ режущей части вновь изготовленных метчиков отличались от угла φ базового метчика с λ=38º на 0º15′.

Другие параметры метчиков с измененными углами λ (наружный и средний диаметры, шаг, угол профиля) выполнялись с допусками параметров базового метчика. В связи с достаточно высокой стоимостью изготовленных метчиков было решено в настоящее время ограничиться изготовлением 6 указанных метчиков.

При предварительном испытании метчиков с разными углами λ на обрабатывающем центре по индикатору потребляемой мощности получены резуль-

таты, которые показывают, что при уменьшении угла λ нагрузка на шпиндель увеличивается.

Шаг винтовых стружечных канавок метчиков:

$$t = \pi \cdot D_{\text{ср}} \cdot tg\lambda, \quad (1)$$

где $D_{\text{ср}}$- средний диаметр метчика, λ - угол наклона стружечных канавок метчика. Так как величина среднего диаметра переменная и зависит от номинального размера резьбы, а угол λ постоянный для любого размера резьбы, то целесообразно исследовать зависимость крутящего момента резания от постоянного конструктивно задаваемого параметра – угла наклона стружечных канавок λ.

Были изготовлены 5 метчиков М48×5-6Н с различными углами наклона винтовой стружечной канавки с сохранением всех остальных параметров неизменными. Длина режущей части $l_{\text{р}}$=15мм, длина калибрующей части $l_{\text{к}}$ = 30мм, количество перьев z = 4, передний угол γ = 10°, коэффициент затылования режущей части k = 1,2. Было просверлено и прозенкеровано 6 отверстий $Ø42{,}8^{+0{,}2}$ глубиной 60мм для каждого метчика с соответствующим углом наклона винтовых стружечных канавок, раззенкована направляющая фаска 3×45°.

Обработка проводилась на станке мод.2Б56 с применением специального фрикционного патрона. В качестве СОЖ применялось масло МР-7 (ОСТ 38-01-445-88) с добавлением 3-5% олеиновой кислоты. Нарезанная резьба М48×5-6Н проверялась предельными резьбовыми калибрами-пробками.

Крутящий момент измерялся специальными динамометрическими ключами с допуском на измерение ±2 кгс·м. В ходе измерений было выявлено, что изменение угла наклона стружечных канавок с 0 до 38° позволяет снизить крутящий момент резания в 2,06 раза.

Опытные работы, проведенные в лаборатории кафедры «МСиИ» ФГБОУ ВПО «БГТУ» также показали, что оптимальным углом наклона винтовой канавки метчика является угол 38º, при котором спиральная стружка минимально деформируется и не ломается при размещении в канавках, а выводится вместе с инструментом. Количество перьев метчика для всех размеров принято равным четырем. В настоящее время изготовлены и внедрены метчики М33×3,5, М39×3,5, М42×4, М48×5, М52×5, М56×5,5, М64×6.

Винтовая стружечная канавка решила ряд проблем. Исследования, проведенные в лаборатории кафедры «МСиИ» ФГБОУ ВПО «БГТУ» на измерительном комплексе на базе ЭВМ, показали уменьшение суммарного момента резания при нарезании резьбы разработанным метчиком по сравнению с нормализованным примерно в два раза. Любое уменьшение суммарного момента резания ведет к уменьшению тангенциальных и радиальных составляющих сил резания, которые вызывают этот момент, и, следовательно, снижает отрицательное действие этих сил на разбивание резьбы и положительно сказывается на точности и качестве резьбовых отверстий [6,7]. Значительный угол наклона

винтовой стружечной канавки позволяет завивающейся спиральной стружке свободно выходить из глубоких глухих отверстий.

Кроме того, стружка срезается не только конической затылованной заборной (режущей) частью, но и боковыми сторонами профиля резьбы за счет винтовых стружечных канавок метчика, положительного переднего угла, что снижает крутящий момент при нарезании резьбы. Это позволяет использовать при нарезании резьбы с крупным шагом вместо комплекта метчиков одинарный метчик.

Стружечные полузакрытые канавки метчиков получены опытным путем и зависят от наружного диаметра радиусных дисковых фрез.

В ходе исследований, проведенных в условиях ЗАО УК «БМЗ», было установлено, что конструкция и исполнительные размеры прогрессивного метчика позволяют стабильно нарезать резьбовые отверстия квалитета точности 4Н5Н, 5Н, а также не разбиваются первые нитки резьбы, которые обычно подрезаются при нарезании резьбы метчиком стандартной конструкции. При этом трудоемкость снижается почти в 3 раза.

Список литературы

1. *Грудов, А.А.* Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент / А. А. Грудов. – М.: НИИМаш, 1980. – 64с.
2. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / под ред. В. И. Баранчикова – М.: Машиностроение, 1990. – 400с.
3. *Лакалина, Н.Ю.* Повышение эффективности обработки метчиками точных резьб большого диаметра / Н.Ю. Лакалина. - Вестник Брянского государственного технического университета. – Брянск: изд-во БГТУ, 2013. – (№ 3). - с. 58-62.
4. Пат. 2380204 РФ, МПК7 В 23 G 5/06. Метчик / Лакалина Н.Ю., Немешаев Ю.Н., Малахов Ю.А.; заявитель и патентообладатель Брян. гос. техн. ун-т. - № 2008127581/02; заявл. 07.07.08; опубл. 27.01.10, Бюл. №23. – 4 с.: ил.
5. *Лакалина, Н.Ю.* Повышение эффективности обработки точных глухих резьб с крупными шагами одинарными метчиками с винтовыми стружечными канавками / Н.Ю. Лакалина. - Научно-технический журнал ОрелГТУ серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». – Орел: изд-во ОрелГТУ, 2012. – (№3). - с.74-79.
6. *Лексиков, В.П.* Технологическое повышение качества и производительности обработки внутренних резьб с крупным шагом (Р≥3): дис…канд. техн. наук / В.П. Лексиков. – Брянск, 1998. – 191с.
7. *Матвеев, В.В.* Нарезание точных резьб / В.В. Матвеев. – М.: Машиностроение, 1978.- 88 с.

Лекомцев П.В., ст. преподаватель, e-mail: lekomtsev@istu.ru;

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Экспериментальные исследования сухого трения пары материалов «корундовая керамика-кварцевое стекло»[1]

Аннотация: Представлены результаты исследования коэффициента трения пары материалов «корундовая керамика-кварцевое стекло» на машине трения *SRV–III Test System*.

Ключевые слова: машина трения**,** коэффициент трения, сила трения, корундовая керамика, кварцевое стекло.

Введение

Определение коэффициентов трения и качественное описание контактных процессов при трении хрупких неметаллических деталей, таких как корундовая керамика и кварцевое стекло, являются отправной точкой развития теории и инженерных методик расчетов соединений с натягом деталей из вышеназванных материалов.

Процесс относительного скольжения при контакте шероховатых тел из такой пары трения как корундовая керамика и кварцевое стекло ввиду отличия физико-механических свойств, главным образом твердости, можно классифицировать как микрорезание. При микрорезании поверхностей хрупких тел возможны образования поверхностных микротрещин [1, 2]. В [3] для описания деформационной модели трения хрупких тел предлагается зависимость, в которой такие свойства как трещиностойкость, модуль упругости и твердость имеют решающее значение:

$$f = c\frac{K_{1c}^2}{E(H_V \cdot F_n)^{1/2}}, \qquad (1)$$

где K_{1c} – коэффициент трещиностойкости, $\text{МПа}\sqrt{\text{мм}}$; $E = \frac{2E_1E_2}{E_1 + E_2}$ – приведенный модуль упругости контактирующих материалов, МПа; $H_V = \frac{2H_1H_2}{H_1 + H_2}$ – приведенная микротвердость по Виккерсу контактирующих поверхностей, МПа; F_n – нормальная нагрузка, Н; с – безразмерный параметр, определяемый экспериментально. Данная зависимость отражает свойства хрупкого контакта, требует экспериментального нахождения безразмерного параметра и в первом приближении может использоваться при оценке нагрузочной способности соединений с натягом хрупких неметаллических деталей.

Влияние адгезионной составляющей силы трения рассматриваемой пары материалов пренебрежимо мало ввиду шероховатости поверхностей, наличия

поверхностных микротрещин, сравнительно низкой поверхностной энергии керамических материалов [4].

Методика эксперимента

Эксперименты проводились на машине трения *SRV–III Test System* в Институте механики УрО РАН. Для исследования зависимости силы трения от нормальной силы использовался ротационный модуль установки при следующих условиях: схема трения – «диск-индентор» (рисунок 1); нагрузка – от 10 до 1000 Н; скорость вращения диска – 5 об/мин; температура окружающей среды– 23°С; диаметр индентора - 8 мм; расстояние от оси вращения диска до центра индентора - 11 мм; материал диска – вакуумплотная корундовая керамика ВК94-1(ТУ аЯ0.027.002.ТУ), индентора – стекло кварцевое КУ-1 (ГОСТ 15130-86); среда – воздух атмосферной влажности 30%; наличие смазочного материала – нет.

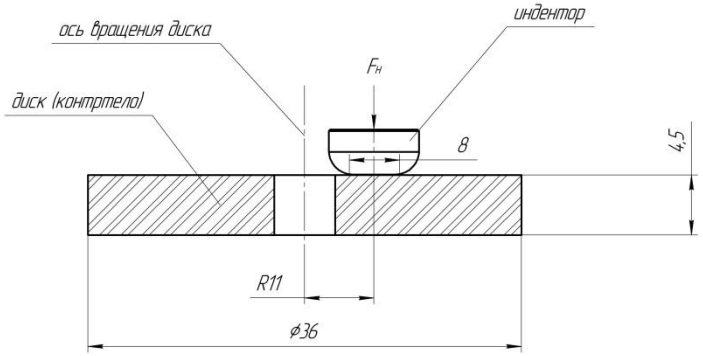


Рис. 3. Схема трения «диск - индентор»

Перед каждым испытанием поверхности образцов притирались водно-порошковой суспензией на основе алмазного микропорошка ГОСТ 9206-80 с размером зерна 5 мкм, затем очищались этиловым спиртом. Параметры шероховатости после притирки для стекла составляли *Ra* = 0,15 мкм, для керамики – *Ra* = 0,6 мкм.

Задаваемым фактором для каждого испытания являлась удельная сила прижатия образцов (нормальная сила), которая поддерживалась постоянной при сборе экспериментальных данных (измерении силы трения). Типичная диаграмма испытания представлена на рисунке 2. Участок от *I* соответствует нагружению индентора до заданной нормальной силы, участок *II* – выдержке образцов под нагрузкой с минимально возможной для данной машины трения скоростью (близкой к нулю), участок *III* – функционированию системы с заданными параметрами (участок сбора экспериментальных данных), участок IV – разгружению индентора и остановке. Ввиду конструктивных и алгоритмических особенностей данная машина трения не имела возможности нагружения образцов без вращения диска, то есть не позволяла для выбранных условий экспериментов измерять силу трения покоя.

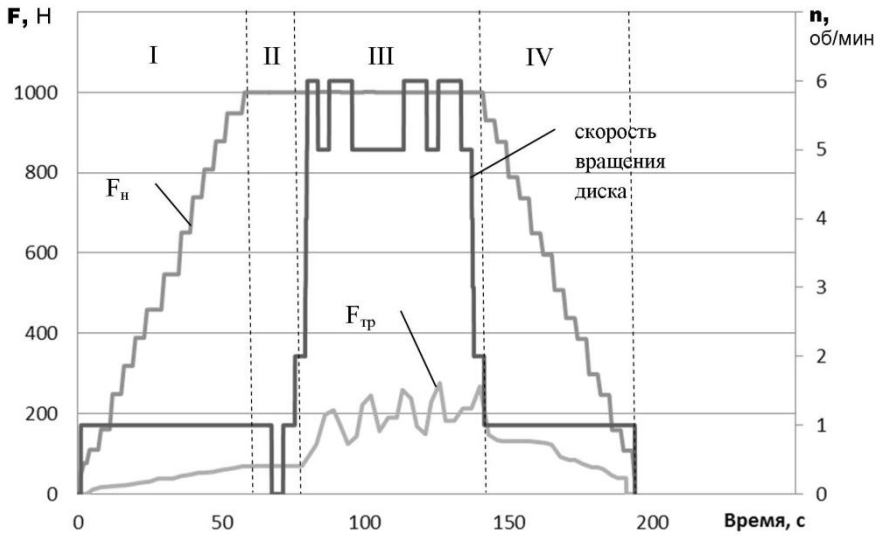


Рис. 4. Диаграмма испытаний

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась аналогично [5]. Эксперименты, для которых эмпирическое распределение значений измеряемого параметра (силы трения) не соответствовало нормальному закону, отсеивались. На рисунке 3 представлены полигон частот, кривая теоретического распределения и некоторые рассчитанные статистические характеристики для испытания, временная диаграмма которого представлена на рисунке 2.

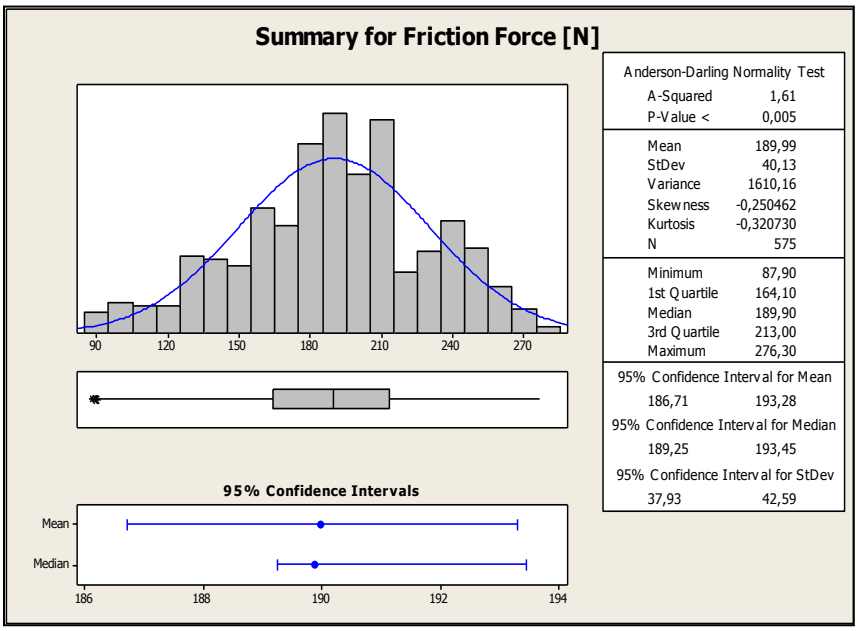


Рис. 5. Статистическая обработка результатов

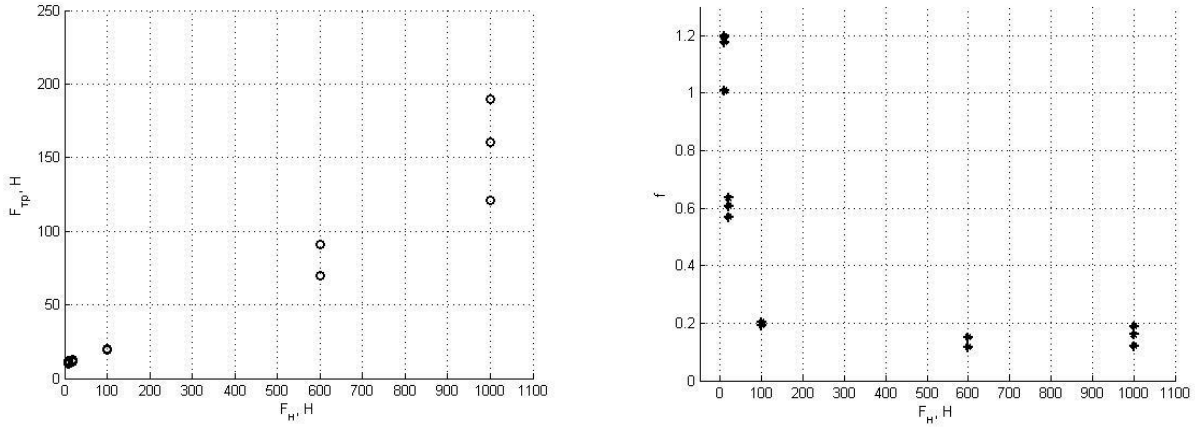
Коэффициент трения для каждого испытания рассчитывался отношением среднеарифметического значения силы трения к нормальной силе.

Результаты и обсуждения

В соответствии с вышеописанной методикой для каждого испытания проведена статистическая обработка данных, результаты которой представлены в таблице 1 и на рисунке 4.

Таблица 1. **Результаты статистической обработки экспериментальных данных для каждого испытания**

№ испытания	Нормальная сила F_n, Н	Сила трения F_τ, Н	Стандартное отклонение S, Н	Коэффициент трения $f = F_\tau / F_n$
1	10	11,978	0,333	1,198
2	9	10,591	0,205	1,177
3	9	10,771	0,266	1,197
4	10	10,086	0,510	1,009
5	20	12,152	0,498	0,608
6	20	11,395	0,414	0,570
7	20	12,700	1,473	0,635
8	100	20,270	1,570	0,203
9	100	19,300	3,265	0,193
10	600	69,837	4,760	0,116
11	600	91,200	13,210	0,152
12	1000	120,900	12,500	0,121
13	1000	189,990	40,130	0,190
14	1000	160,100	7,000	0,160



а б

Рис. 6. Значения сил трения (а) и коэффициентов трения (б) в зависимости от нормальной нагрузки, полученные в результате статистической обработки данных каждого испытания

Из графиков на рисунке 4 видно:

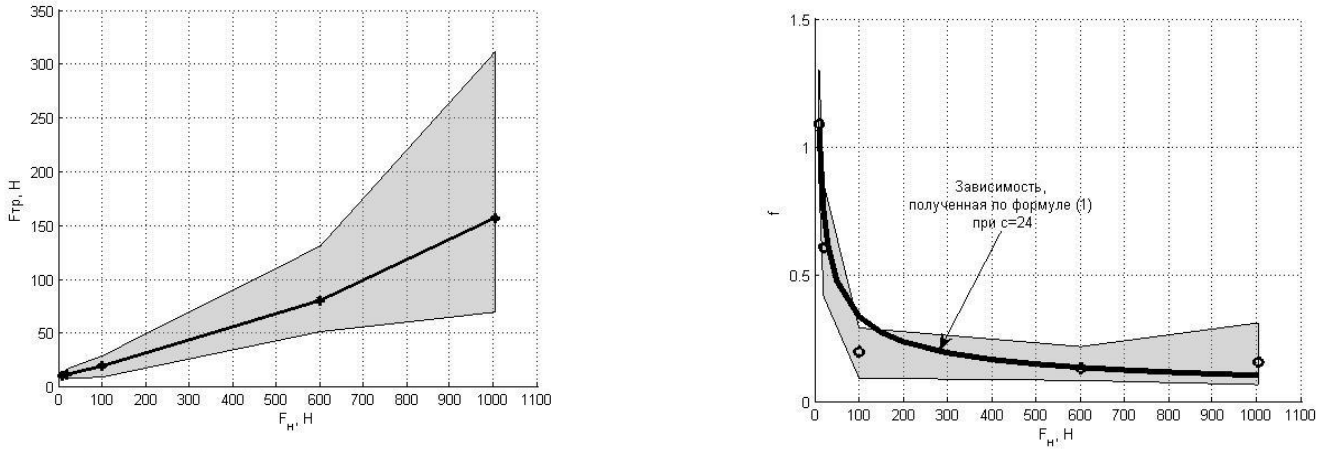
- разброс значений сил трения F_τ в абсолютном выражении для разных испытаний с одним уровнем задаваемого параметра F_n увеличивается с ростом нормальной силы;

- зависимость f от F_n повторяет общепринятый характер зависимости коэффициента трения от нагрузки при упругом контакте [6].

Для наглядного представления зависимостей результаты испытаний с одинаковым уровнем нормальной нагрузки усредняются, верхняя и нижняя границы доверительного интервала получаются путем выбора наибольшего $(F_\tau + 3S)$ и наименьшего $(F_\tau - 3S)$ значений соответственно среди испытаний с одинаковым уровнем F_n. Окончательные результаты статистической обработки представлены в таблице 2 и на рисунке 5

Таблица 2. **Результаты статистической обработки экспериментальных данных для каждого уровня варьирования $F_н$ и расчетов коэффициента трения по формуле (1) при c=24**

Нормальная сила F_n, Н	Сила трения $\overline{F_\tau}$, Н	Нижняя граница доверительного интервала с вероятностью 0,95 $(\overline{F_\tau} - 3S)$, Н	Верхняя граница доверительного интервала с вероятностью 0,95 $(\overline{F_\tau} + 3S)$, Н	Коэффициент трения $f = \overline{F_{тр}}/F_н$	Нижняя граница доверительного интервала с вероятностью 0,95 f_{min}	Верхняя граница доверительного интервала с вероятностью 0,95 f_{max}	Коэффициент трения, рассчитанный по формуле (1)
10	10,857	8,556	12,977	1,086	0,856	1,298	1,059
20	12,082	8,281	17,119	0,604	0,414	0,856	0,749
100	19,785	9,505	29,095	0,198	0,095	0,291	0,335
600	80,519	51,570	130,830	0,134	0,086	0,218	0,137
1000	156,997	69,600	310,380	0,157	0,070	0,310	0,106



а б

Рис. 5. Значения сил трения ✦ (а) и коэффициентов трения ✪ (б) в зависимости от нормальной нагрузки, доверительные интервалы ▭ с вероятностью 0,95, полученные в результате статистической обработки данных эксперимента

Рис. 5а подтверждает увеличение разброса значений сил трения F_τ с ростом нормальной силы, что обусловлено особенностями контакта хрупких материалов. Большой разброс величины коэффициента трения на разных уровнях задаваемого параметра (рисунок 5б) исследуемой пары материалов в сравнении с другими материалами [6] можно объяснить как наличием промежуточного слоя абразивных частиц износа вследствие скольжения контактных поверхностей, так и появлением трещиноватого (на микроуровне) поверхностного слоя контактной поверхности кварцевого индентора при внедрении более твердых выступов керамического диска.

В табл. 2 также представлены результаты расчета коэффициента трения по формуле (1) при параметре c=24, полученного подстановкой в (1) данных эксперимента при F_n=600 Н. Исходные данные для расчетов по формуле (1) представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Выборочные физико-механические характеристики корундовой керамики, кварцевого стекла для расчетов по формуле (1) (обобщенные и усредненные данные из различных источников)**

Параметр	ВК94-1	КУ-1
E [МПа]	380000	72000
K_{1c} [МПа$\sqrt{мм}$]	4000	800
H_V [МПа]	18000	8000

Кривая зависимости коэффициента трения от нормальной нагрузки (рис. 5б), полученная расчетом по формуле (1), в целом вписывается в доверительный интервал измеренного коэффициента трения.

При расчетах соединений с натягом хрупких материалов, таких как корундовая керамика и кварцевое стекло, уровни контактных давлений [7] соответствуют нормальным силам для данных условий от 100 Н. Для предварительных расчетов соединений с натягом деталей из таких материалов можно воспользоваться полученными значениями коэффициента трения при нагрузке от 100 до 1000 Н (рисунок 6). Дальнейшее увеличение нагрузки при данных условиях испытаний нецелесообразно ввиду повышенного износа поверхности индентора.

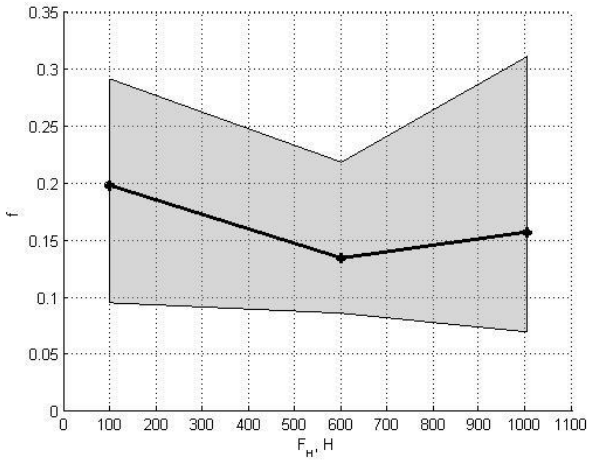


Рис. 7. Зависимость коэффициента трения в диапазоне нормальных нагрузок от 100 до 1000 Н

Заключение

В результате проведенных исследований для представленных условий установлено:

1. Коэффициент трения пары материалов «корундовая керамика-кварцевое стекло» изменяется с 0,2 до 0,16 при изменении нормальной силы со 100 до 1000 Н.
2. Значение безразмерного параметра зависимости (1) c=24.
3. Полученные коэффициенты трения могут быть использованы для предварительных расчетов соединений с натягом с деталями из пары материалов «корундовая керамика-кварцевое стекло», в дальнейшем требуют уточнения в зависимости от метода сборки, условий эксплуатации и геометрических параметров соединения.
4. Дальнейшее увеличение нормальной нагрузки выше 1000 Н нецелесообразно ввиду повышенного износа поверхности индентора, требует изменения условий эксперимента и принятия ряда мер технологической подготовки поверхностей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-38-00719 «Исследование контактного взаимодействия стыка хрупких неметаллических деталей на примере соединения с натягом».

Список литературы

1. *Czichos H., Habig K.H.*: Tribologie-Handbuch. Tribometrie, Tribomaterialien, Tribotechnik. Springer, (2010).
2. *Straffelini G.* Friction and Wear Methodologies for Design and Control, Springer, 2015.
3. *Zum Gahr K.H.*: Microstructure and Wear of Materials, Tribology, series no 10, (Elsevier, Amsterdam, 1987)
4. *Попов В.Л.* Механика контактного взаимодействия и физика трения. От нанотрибологии до динамики землетрясений. М.: Физматлит, 2013. - 352 с.

5. *Абрамов А.И., Абрамов И.В., Лекомцев П.В.* Анализ точности конических отверстий, получаемых методом упругопластического деформирования в режиме жидкостного трения // Вестник ИжГТУ, 2013. №4. С. 28–30.
6. *Крагельский И.В.* Трение и износ. Изд. 2-ое перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1968. - 480 с.
7. *Абрамов И.В., Лекомцев П.В., Трефилов Н.А.* Компьютерные исследования нагрузочной способности конического соединения с натягом с деталями из хрупких неметаллических материалов // Интеллектуальные системы в производстве. 2015. № 2 (26). С. 44-51.

Меньшиков Р.А., студент, e-mail: menshikov13@gmail.com;
Закиров М.Ф., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Определение мощности на привод питателя малогабаритного фрезерно-роторного снегоочистителя

Аннотация: Ввиду компактной застройки городов возрастает потребность использования малогабаритных машин для выполнения работ по уборке снега в стесненных условиях. Разработка снега фрезерным питателем является одним из энергозатратных процессов. Произведены расчеты затрат мощности на привод питателя по трем различным источникам применительно к малогабаритному фрезерно-роторному снегоочистителю. Результаты расчетов показывают, что необходимо внести коррективы в существующие методики с учетом особенностей малой снегоуборочной техники.

Ключевые слова: снегоочиститель, фреза, питатель, снег, мощность, расчет.

Актуальность снегоуборочных работ в России сложно переоценить. Большое количество свежевыпавшего снега препятствует нормальному функционированию инфраструктуры города, а иногда полностью парализует движение на некоторых участках дорог. Уменьшается ширина проезжих частей и, как следствие, их пропускная способность. У пешеходов нет возможности быстро и безопасно перемещаться по тротуарам. Следствием всего этого могут являться травмы, дорожно-транспортные происшествия и затрудненный доступ к инженерным коммуникациям.

На сегодняшний день существует большое количество крупногабаритной снегоуборочной техники, с помощью которой дорожные и коммунальные службы обслуживают дороги общего пользования. Но с тротуарами и пешеходными дорожками дела обстоят намного хуже, их убирают дворники с лопатами и скребками, что не всегда получается сделать оперативно и качественно. Малая производительность и высокая трудоемкость таких работ связана с отсутствием механизации отдельных видов операций. Именно поэтому, разработка

такого рода машин и оборудования является актуальной проблемой на сегодняшний день.

Разработка любого вида техники невозможна без предварительных исследований и составления методов расчета по определению основных параметров силовой установки, трансмиссии, рабочего органа и других элементов конструкции. В некоторых случаях могут быть использованы испытательные и лабораторные стенды. Первостепенным объектом исследований должна быть энергоемкость машины, так как именно этот параметр является основой рентабельности проекта, особенно для малогабаритной техники, которая должна быть экономичной.

В фрезерно-роторных снегоочистителях одним из самых важных элементов, с точки зрения технологии, является питатель ротора (рис. 1). В научной литературе представлены различные методики расчета мощности привода данного элемента. Как правило, они основываются на разделении рабочего процесса на отдельные операции, каждая из которых рассчитывается отдельно. В основе большинства из них лежат эмпирические зависимости, рассчитанные для снегоочистителей на базе трактора или грузового автомобиля с большой шириной захвата рабочего органа. Поэтому возникает вопрос, подойдут ли они для расчета малогабаритных снегоочистителей.



Рис. 1. Фрезерно-роторный снегоочиститель

Для проверки пригодности расчетных методик определим мощность на привод питателя малогабаритного фрезерно-роторного снегоочистителя по методикам, предложенным разными авторами.

Расчет, предложенный Д.А. Шалманом [1], подразумевает разделение мощности требуемой для работы питателя на четыре составляющие, соответствующие четырем операциям: резание снега, сообщение снегу скорости, транспортирование снега к ротору, перемешивание и перемалывание снега.

Мощность (л.с.), затрачиваемая на резание снега:

$$N_{1П} = 0{,}05 \cdot \frac{A \cdot Q}{\gamma} \cdot \left(\frac{n_{фр} \cdot z}{v_x} \right)^{0{,}4}, \qquad (1)$$

где: A – постоянная, зависящая от физико-механических свойств снега (для снега в естественном состоянии A=1,9·$K_{рез}$);
$K_{рез}$ – коэффициент сопротивления резанию, МПа;
Q – часовая производительность, т/ч;
γ – плотность снега, г/см^3;
$n_{фр}$ – частота вращения фрезы, об/мин;
z – число заходов фрезы;
v_x – скорость передвижения снегоочистителя, м/ч.

Мощность (л.с.), затрачиваемая на сообщение снегу скорости:

$$N_{2П} = k_c \cdot \frac{Q \cdot v_{фр}^2}{270 \cdot g}, \quad (2)$$

где: k_c – коэффициент, учитывающий, что часть массы покидает лопасть шнека раньше, чем она достигнет ее края (k_c=0,7÷0,9);
$v_{фр}$ – окружная скорость фрезы, м/с.

Мощность (л.с.), затрачиваемая на транспортирование снега к ротору:

$$N_{3П} = \frac{Q \cdot B \cdot f_2}{540 \cdot \psi_{фр}} \cdot \frac{\mathrm{tg}(\alpha + \delta)}{\mathrm{tg}\alpha}, \quad (3)$$

где: B – ширина захвата снега рабочим органом, м;
f_2 – коэффициент внутреннего трения;
α – угол подъема винтовой линии;
δ – угол внешнего трения снега;
$\psi_{фр}$ – коэффициент, характеризующий проскальзывание транспортируемого материала относительно фрезы ($\psi_{фр}$=0,6÷0,9).

Мощность (л.с.), затрачиваемая на перемешивание и перемалывание снега:

$$N_{4П} = k_{пер} \cdot (N_{2П} + N_{3П}), \quad (4)$$

где: $k_{пер}$ – коэффициент, определяемый опытным путем ($k_{пер}$≈0,2).

В своей методике В.И. Баловнев [2] выделяет только две операции, на которые расходуется мощность: вырезание снега из массива, перемещение снега питателем.

Затраты мощности (кВт) на вырезание снега из массива:

$$N_{1П} = 10^{-3} \cdot P_{р.п.} \cdot \left(R_{фр} \cdot \omega_{фр} - \frac{\pi \cdot v_x}{z} \right) \cdot \mathrm{tg}(\alpha + \delta), \quad (5)$$

где: $P_{р.п.}$ – суммарная сила сопротивления снега резанию, Н;
$R_{фр}$ – радиус окружности вращения фрезы, м;
$\omega_{фр}$ – угловая скорость фрезы, рад/с;

$v_х$ – скорость передвижения снегоочистителя, м/с;

$$P_{р.п.} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot \pi^2 \cdot K_{рез} \cdot R_{фр} \cdot B \cdot v_х \cdot z_п}{\omega_{фр} \cdot z \cdot S \cdot \cos\alpha}, \quad (6)$$

где: $z_п$ – число винтовых рабочих органов питателя;
S – шаг винтовой лопасти питателя, м.

Затраты мощности (кВт) на перемещение снега питателем:

$$N_{2П} = 1{,}39 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{B \cdot \omega_{фр}^2 \cdot R_{фр} \cdot Q \cdot (\mathrm{tg}\rho + \mathrm{tg}\delta) \cdot \mathrm{tg}(\alpha + \delta)}{\mathrm{tg}\alpha}, \quad (7)$$

где: ρ – угол внутреннего трения снега.

Расчет по А.И. Доценко [3] предусматривает расчет необходимой мощности через работу, совершаемую питателем, которая делится на три составляющие.

Работа (Дж), затрачиваемая на резание стружки снега:

$$A_1 = \frac{v_х}{n_{фр} \cdot z} \cdot K_{рез} \cdot R_{фр} \cdot b \cdot (1 - \cos\theta_0), \quad (8)$$

где: $v_х$ – скорость передвижения снегоочистителя, м/с;
$n_{фр}$ – частота вращения фрезы, об/с;
b – ширина срезаемой фрезой стружки, м;
θ_0 – угол, определяющий высоту разрабатываемого слоя снега.

Работа (Дж), затрачиваемая на сообщение снегу скорости:

$$A_{ск} = 0{,}5 \cdot m_0 \cdot R_{фр}^2 \cdot \omega_{фр}^2 \cdot k_{ск} \cdot \sin^2\alpha, \quad (9)$$

где: m_0 – масса снега, подаваемая за один оборот фрезы, кг;
$k_{ск}$ – коэффициент, учитывающий распределение снега по витку лопасти фрезы ($k_{ск}$=0,8÷1,0).

Затраты энергии на перемещение снега фрезой к транспортеру в единицу времени (Дж/с):

$$A_0 = 0{,}5 \cdot Q \cdot \mathrm{tg}\delta \cdot B \cdot g, \quad (10)$$

где: Q – производительность машины, кг/с.

По приведенным рекомендациям [1-3] и формулам (1-10) была определена мощность на привод питателя малогабаритного фрезерно-роторного снегоочистителя, значения которой представлены в таблице. При расчетах были приняты следующие основные показатели: $R_{фр}$=0,15 м; S=0,3 м; B=0,6 м; z=2; $v_х$=0,05 м/с; $n_{фр}$=300 об/мин; $\eta_{фр}$=0,85; Q=6,5 т/ч; γ=400 кг/м^3; $K_{рез}$=0,09 МПа.

Таблица. **Результаты расчетов мощности на привод питателя**

Методика расчета	**Расчетная формула**	**Мощность, кВт**
Шалман Д.А.	$N_{\text{П}} = \frac{N_{1\text{П}} + N_{2\text{П}} + N_{3\text{П}} + N_{4\text{П}}}{\eta_{\text{фр}}}$	0,25
Баловнев В.И.	$N_{\text{П}} = \frac{N_{1\text{П}} + N_{2\text{П}}}{\eta_{\text{фр}}}$	1,45
Доценко А.И.	$N_{\text{П}} = \frac{(A_1 + A_{\text{ск}}) \cdot n_{\text{фр}}}{1000 \cdot \eta_{\text{фр}}} + \frac{A_0 \cdot \text{tg}(\alpha + \delta)}{\text{tg}\alpha}$	1,10

Исходя из результатов расчета, мощность привода фрезы, полученная по различным методикам, отличается в 1,3÷5,8 раз, что является неприемлемым для малогабаритных тихоходных снегоочистителей, имеющих двигатели малой мощности и удельные показатели, резко отличающиеся от удельных показателей быстроходных снегоочистителей на базе грузовых автомобилей и тракторов. Разница в полученных результатах не может быть объяснена погрешностью вычислений. Эмпирические коэффициенты, используемые в расчетах, определены для крупногабаритных снегоуборочных машин, обладающих значительно большей производительностью.

Разница в полученных результатах указывает на то, что необходимо внести в существующие методики расчета коррективы, основывающиеся на физическом моделировании процесса работы малой снегоуборочной техники.

Список литературы

1. *Шалман Д.А.* Снегоочистители. – Л.: Машиностроение, 1973. – 216 с.
2. Машины для содержания и ремонта городских и автомобильных дорог: Учеб. пособие для вузов / В.И. Баловнев, М.А. Беляев и др. – Москва-Омск: ОАО «Омский дом печати», 2005. – 768 с.
3. *Доценко А.И.* Коммунальные машины и оборудование: Учеб. пособие для вузов. – М.: Архитектура-С, 2005. – 344 с.

Митрофанова[1] *Т.В.,* к.ф.-м.н., доцент кафедры информатики и вычислительной техники, e-mail: mitrofanova_tv@mail.ru;
Деревянных[2] *Е.А.,* к.ф.-м.н., доцент кафедры математики, физики и информационных технологий

[1]ЧГПУ им. И. Я. Яковлева, [2]ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА

Предельное состояние призматических стержней с учетом трансляционной анизотропии и неоднородности

Аннотация: Изделия из современных материалов обладают сложными механическими свойствами: анизотропией, неоднородностью и т.д. Несущая способность таких изделий связана с достижением предельных состояний, которые они способны выдержать при различных условиях нагружения. Развитие методов определения предельного состояния тел при различных видах неоднородности и анизотропии представляют несомненный интерес для развития науки и техники. Свойства трансляционной анизотропии позволяют учесть предельные возможности сопротивления нагрузкам упрочняющихся тел. В работе рассмотрено кручение трансляционно-анизотропных стержней, определено напряженно-деформированное состояние стержней, найдены линии разрыва, построено поле характеристик. Показано, что характеристики являются прямыми линиями, вдоль которых касательные напряжения сохраняют постоянное значение. В статье рассмотрено кручение неоднородных анизотропных идеальнопластических стержней при произвольном условии пластичности. Определены характеристики исследуемых уравнений и соотношения вдоль характеристик. Получены формулы, определяющие предельные нагрузки при различных свойствах материала и условиях нагружения. В ходе работе использовались апробированные модели механического поведения тел и приближенные аналитические методы исследования. Указанные модели и методы были апробированы применительно к задачам теории предельного состояния неоднородных тел с различными видами анизотропии.

Ключевые слова: предельное состояние, кручение, стержень, трансляционная анизотропия, неоднородность, напряжение, линия разрыва.

Рассмотрим случай трансляционной анизотропии [1] вида

$$(\tau_{xz}-k_1)^2+(\tau_{yz}-k_2)^2=k_0^2, \qquad (1)$$

где $k_1^2+k_2^2<k_0^2$ и $\rho=\sqrt{k_1^2+k_2^2}$, $\operatorname{tg}\mu=\dfrac{k_2}{k_1}$.

Рассмотрим различные случаи кручения прямоугольных стержней при трансляционной анизотропии.

При $\mu=0$ (рис. 1):

вдоль границы OC величина $\theta=0,\ \tau_{xz}=\rho+1,\ \tau_{yz}=0$;

вдоль границы DC величина $\theta=\dfrac{\pi}{2},\ \tau_{xz}=0,\ \tau_{yz}=\sqrt{1-\rho^2}$;

вдоль границы DF величина $\theta = \pi,\ \tau_{xz} = -\rho + 1,\ \tau_{yz} = 0$;

вдоль границы FO величина $\theta = \dfrac{3\pi}{2},\ \tau_{xz} = 0,\ \tau_{yz} = \sqrt{1-\rho^2}$.

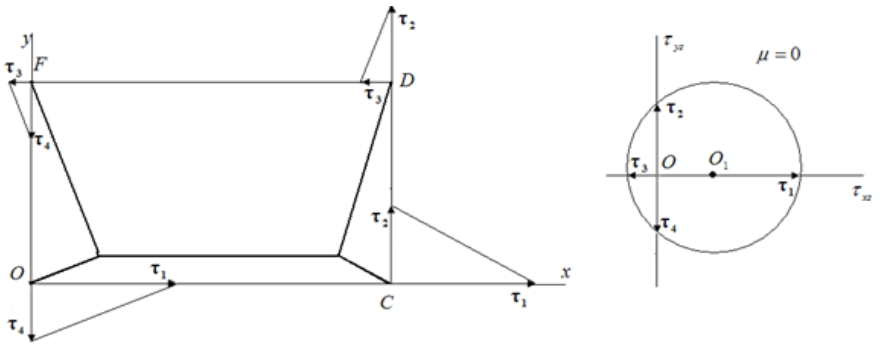


Рис. 1. Поперечное сечение стержня с линиями разрыва напряжений

При $\mu = \dfrac{\pi}{4}$ (рис. 2):

вдоль границы OC величина $\theta = 0,\ \tau_{xz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho + \sqrt{2-\rho^2}\right)}{2},\ \tau_{yz} = 0$;

вдоль границы DC величина $\theta = \dfrac{\pi}{2},\ \tau_{xz} = 0,\ \tau_{yz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho + \sqrt{2-\rho^2}\right)}{2}$;

вдоль границы DF величина $\theta = \pi,\ \tau_{xz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(-\rho + \sqrt{2-\rho^2}\right)}{2},\ \tau_{yz} = 0$;

вдоль границы FO величина $\theta = \dfrac{3\pi}{2},\ \tau_{xz} = 0,\ \tau_{yz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho + \sqrt{2-\rho^2}\right)}{2}$.

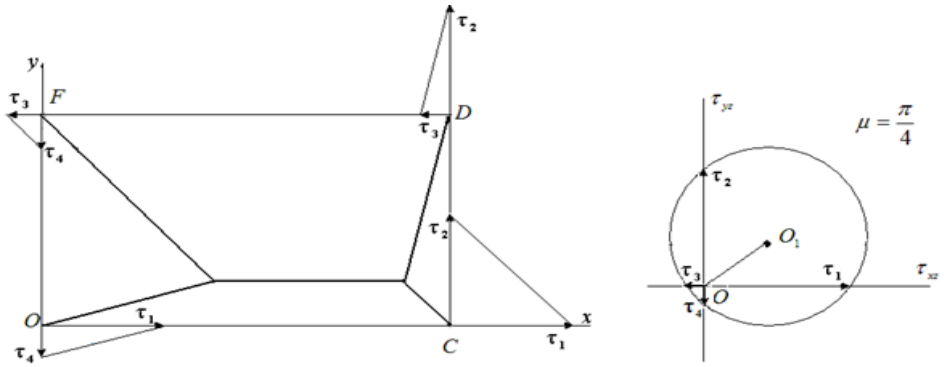


Рис. 2. Поперечное сечение стержня с линиями разрыва напряжений

При $\mu = \dfrac{\pi}{2}$ (рис. 3):

вдоль границы OC величина $\theta = 0,\ \tau_{xz} = \sqrt{1-\rho^2},\ \tau_{yz} = 0$;

вдоль границы DC величина $\theta = \frac{\pi}{2}, \tau_{xz} = 0, \tau_{yz} = \rho + 1;$

вдоль границы DF величина $\theta = \pi, \tau_{xz} = \sqrt{1-\rho^2}, \tau_{yz} = 0;$

вдоль границы FO величина $\theta = \frac{3\pi}{2}, \tau_{xz} = 0, \tau_{yz} = -\rho + 1.$

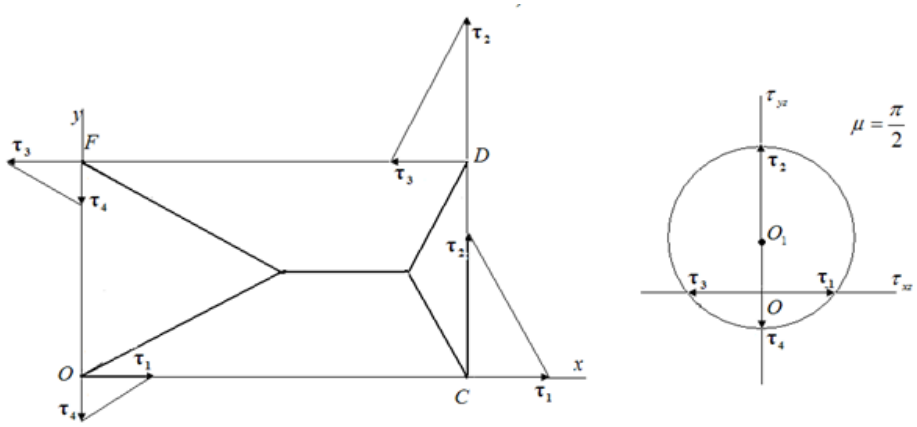


Рис. 3. Поперечное сечение стержня с линиями разрыва напряжений

Рассмотрим составной прямоугольный анизотропный призматический стержень, разделенный на две области линией неоднородности AB, параллельной одной из сторон прямоугольного сечения (рис. 4 а).

Ось z направим параллельно образующей стержня. Предположим, что стержень закручивается вокруг оси z равными и противоположными парами сил с моментом M. Боковая поверхность стержня считается свободной от нагрузок. Влиянием массовых сил можно пренебречь.

Отметим, что случай составных призматических стержней из изотропного идеальнопластического материала рассматривался Я. Рыхлевским [2].

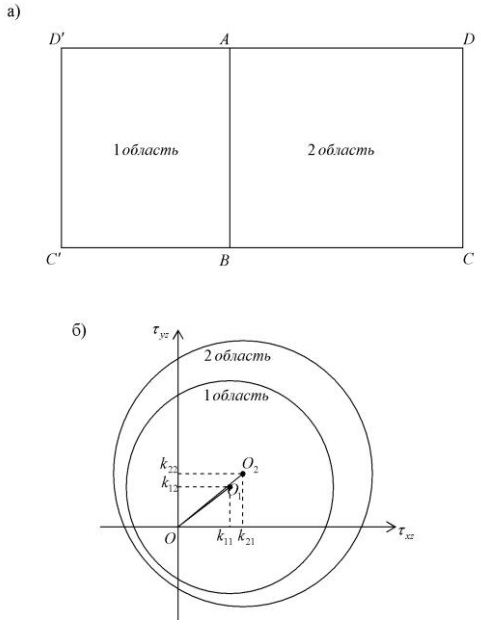


Рис. 4. Поперечное сечение составного стержня с линией неоднородности

Условие пластичности в каждой области имеет вид

$$\left(\tau_{xz}-k_{i1}\right)^2+\left(\tau_{yz}-k_{i2}\right)^2=k_{i0}^2,\quad k_{i0},k_{i1},k_{i2}-\text{const},\tag{2}$$

при этом $k_{20}>k_{10}$, $i=1,2$ и и $\operatorname{tg}\mu_i=\dfrac{k_{i2}}{k_{i1}}$, $\rho_i=\sqrt{k_{i1}^2+k_{i2}^2}$, $\theta=\dfrac{\tau_{yz}}{\tau_{xz}}$.

Рассмотрим различные случаи кручения составных прямоугольных стержней при трансляционной анизотропии.

На рис. 5 представлен случай кручения при $\mu_1=\mu_2=0$.

При $\mu_1=\mu_2=0$:

в первой области

вдоль границы $C'B$ величина $\theta=0$, $\tau_{xz}=\rho_1+1$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{11}=\left(\rho_1+1\right)\cdot\bar{i}$;

вдоль границы AD' величина $\theta=\pi$, $\tau_{xz}=-\rho_1+1$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{13}=\left(\rho_1-1\right)\cdot\bar{i}$;

вдоль границы $D'C'$ величина $\theta=\dfrac{3\pi}{2}$, $\tau_{xz}=0$, $\tau_{yz}=\sqrt{1-\rho_1^2}$, $\bar{\tau}_{14}=-\sqrt{1-\rho_1^2}\cdot\bar{j}$;

во второй области

вдоль границы BC величина $\theta=0$, $\tau_{xz}=\rho_2+1$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{21}=\left(\rho_2+1\right)\cdot\bar{i}$;

вдоль границы CD величина $\theta=\dfrac{\pi}{2}$, $\tau_{xz}=0$, $\tau_{yz}=\sqrt{1-\rho_2^2}$, $\bar{\tau}_{22}=\sqrt{1-\rho_2^2}\cdot\bar{j}$;

вдоль границы DA величина $\theta=\pi$, $\tau_{xz}=-\rho_2+1$, $\bar{\tau}_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{23}=\left(\rho_2-1\right)\cdot\bar{i}$.

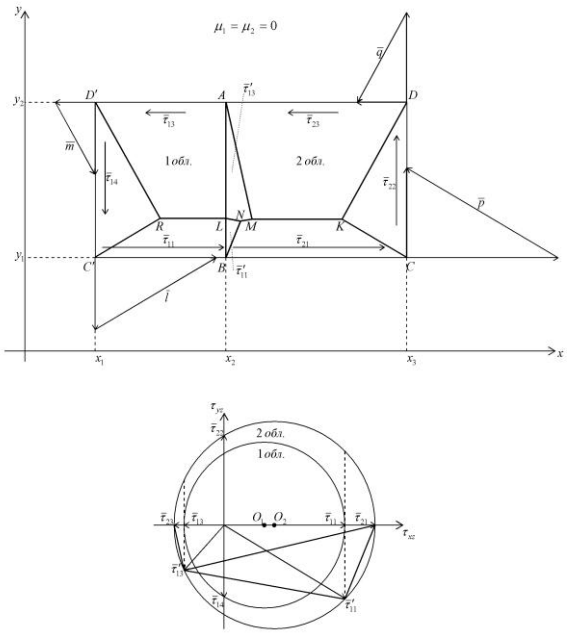


Рис. 5. Поперечное сечение стержня с линиями разрыва напряжений

На рис. 6 представлен случай кручения при $\mu_1=\mu_2=\dfrac{\pi}{4}$.

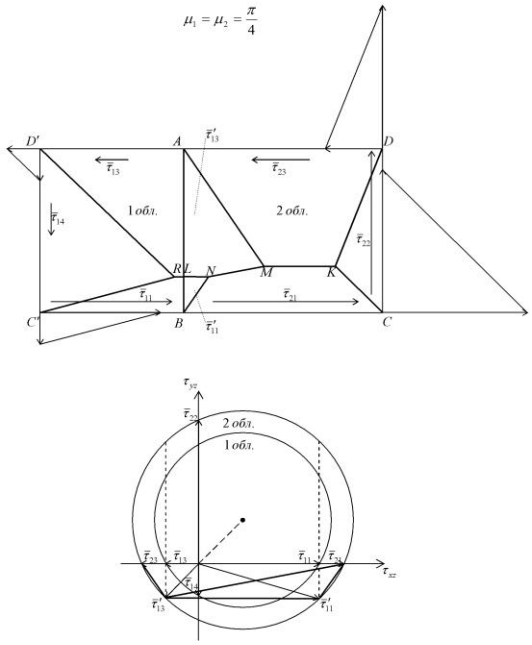


Рис. 6. Поперечное сечение стержня с линиями разрыва напряжений

При $\mu_1 = \mu_2 = \dfrac{\pi}{4}$:

в первой области

вдоль границы $C'B$ величина $\theta = 0$, $\tau_{xz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_1 + \sqrt{2-\rho_1^2}\right)}{2}$, $\tau_{yz} = 0$,

$\bar{\tau}_{11} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_1 + \sqrt{2-\rho_1^2}\right)}{2} \cdot \bar{i}$;

вдоль границы AD' величина $\theta = \pi$, $\tau_{xz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(-\rho_1 + \sqrt{2-\rho_1^2}\right)}{2}$, $\tau_{yz} = 0$,

$\bar{\tau}_{13} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_1 - \sqrt{2-\rho_1^2}\right)}{2} \cdot \bar{i}$;

вдоль границы $D'C'$ величина $\theta = \dfrac{3\pi}{2}$, $\tau_{xz} = 0$, $\tau_{yz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_1 + \sqrt{2-\rho_1^2}\right)}{2}$,

$\bar{\tau}_{14} = -\dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_1 + \sqrt{2-\rho_1^2}\right)}{2} \cdot \bar{j}$;

во второй области

вдоль границы BC величина $\theta = 0$, $\tau_{xz} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_2 + \sqrt{2-\rho_2^2}\right)}{2}$, $\tau_{yz} = 0$,

$\bar{\tau}_{21} = \dfrac{\sqrt{2}\left(\rho_2 + \sqrt{2-\rho_2^2}\right)}{2} \cdot \bar{i}$;

вдоль границы CD величина $\theta=\frac{\pi}{2}$, $\tau_{xz}=0$, $\tau_{yz}=\frac{\sqrt{2}\left(\rho_2+\sqrt{2-\rho_2^2}\right)}{2}$, $\bar{\tau}_{22}=\frac{\sqrt{2}\left(\rho_2+\sqrt{2-\rho_2^2}\right)}{2}\cdot\bar{j}$;

вдоль границы DA величина $\theta=\pi$, $\tau_{xz}=\frac{\sqrt{2}\left(-\rho_2+\sqrt{2-\rho_2^2}\right)}{2}$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{23}=\frac{\sqrt{2}\left(\rho_2-\sqrt{2-\rho_2^2}\right)}{2}\cdot\bar{i}$.

На рис. 7 представлен случай кручения при $\mu_1=\mu_2=\frac{\pi}{2}$.

При $\mu_1=\mu_2=\frac{\pi}{2}$:

в первой области

вдоль границы $C'B$ величина $\theta=0$, $\tau_{xz}=\sqrt{1-\rho_1^2}$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{11}=\sqrt{1-\rho_1^2}\cdot\bar{i}$;

вдоль границы AD' величина $\theta=\pi$, $\tau_{xz}=\sqrt{1-\rho_1^2}$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{13}=-\sqrt{1-\rho_1^2}\cdot\bar{i}$;

вдоль границы $D'C'$ величина $\theta=\frac{3\pi}{2}$, $\tau_{xz}=0$, $\tau_{yz}=-\rho_1+1$, $\bar{\tau}_{14}=\left(\rho_1-1\right)\cdot\bar{j}$;

во второй области

вдоль границы BC величина $\theta=0$, $\tau_{xz}=\sqrt{1-\rho_2^2}$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{21}=\sqrt{1-\rho_2^2}\cdot\bar{i}$;

вдоль границы CD величина $\theta=\frac{\pi}{2}$, $\tau_{xz}=0$, $\tau_{yz}=\rho_2+1$, $\bar{\tau}_{22}=\left(\rho_2+1\right)\cdot\bar{j}$;

вдоль границы DA величина $\theta=\pi$, $\tau_{xz}=\sqrt{1-\rho_2^2}$, $\tau_{yz}=0$, $\bar{\tau}_{23}=-\sqrt{1-\rho_2^2}\cdot\bar{i}$.

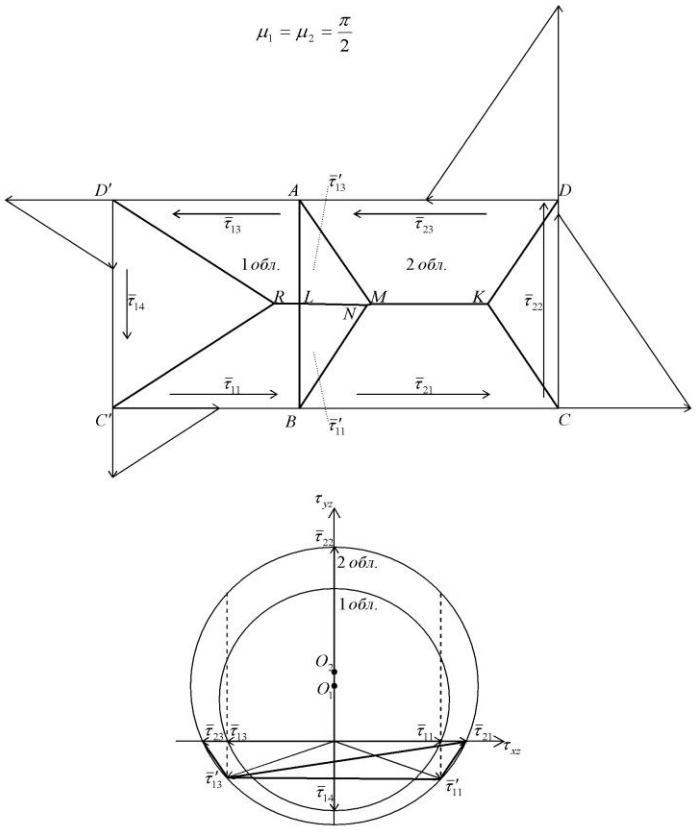


Рис. 7. Поперечное сечение стержня с линиями разрыва напряжений

Работа выполнена при поддержке РФФИ (код проекта № 16-31-00511 мол_а).

Список литературы

1. *Ивлев Д. Д., Миронов Б. Г.* О соотношениях трансляционной идеальнопластической анизотропии при кручении // Вестник Чув. гос. пед. ун-та им. И. Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2010. Т. 3. № 2 (8). С. 576–579.
2. *Рыхлевский Я.* Об обобщении одной классической задачи теории идеальной пластичности // Механика: сб. пер. М.: ИЛ, 1979. № 3. С. 150–158.

Полушко О.И., студент, e-mail: oljapolushko@gmail.com;
Лозбинев В.П., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО Брянский государственный технический университет
Россия, г. Брянск

Совершенствование конструкции торцевой стены универсального полувагона

Аннотация: предложен оптимизированный вариант торцевой стены полувагона, включающий лист обшивки, подкрепленный пятью горизонтальными поясами в виде гнутых швеллеров. Снижена металлоемкость и повышена прочность.

Ключевые слова: торцевая стена полувагона, нагрузка, расчет напряжений, влияние жесткости элементов торцевой стены.

Опыт эксплуатации грузовых вагонов открытого типа (полувагонов) показывает, что вагоны часто попадают во внеплановый отцепочный ремонт из-за повреждения торцевых стен.

Попытки конструкторов усовершенствовать конструкцию торцевой стены привели к появлению различных вариантов, в которых стена подкрепляется стойками, горизонтальными поясами и полустойками, расположенных между поясами [1].

В настоящее время существует множество структурных схем торцевой стены. В нормах проектирования вагонов приведена рекомендация о подкреплении торцевой стены горизонтальными поясами. Дано указание об определения нагрузки на торцевую стену при одностороннем ударе в автосцепку, причем нагрузка считается равномерно-распределенной по площади торцевой стены [3]. При такой нагрузке нелогичными являются структурные схемы стены с полустойками.

При выполнении исследования решались следующие задачи:

1. Определить рациональную структурную схему торцевой стены;
2. Определить такие размеры несущих элементов торцевой стены, при которых максимальные напряжения при одностороннем ударе в автосцепку не превысят предел текучести материала;
3. Определить влияние на напряженное состояние и на металлоемкость торцевой стены изменения жесткости верхней обвязки и угловых стоек.

Для решения поставленных задач исследовались следующие варианты:

1. Стена, в которой обшивка в виде плоского листа подкреплена горизонтальными поясами. В качестве поясов использовались профили стоек боковых стен. Рассматривались схемы с различным количеством поясов;
2. Стена, в которой обшивка двухслойная: внутренний слой – плоский лист, наружный – гофрированный лист;
3. Стена, в которой обшивка в виде плоского листа подкреплена горизонтальными поясами в виде гнутых швеллеров.

Для каждого варианта рассчитывались максимальные напряжения [2]. Для этого использовались две основные системы (рис.1.).

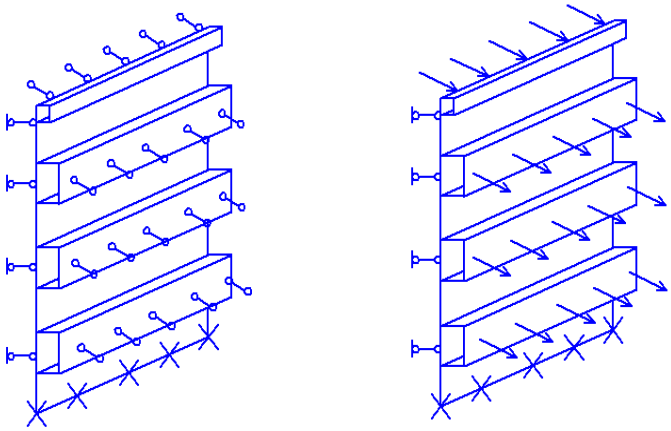


Рис. 1. Основные системы для расчета максимальных напряжений в поясах

Чтобы максимальные напряжения были меньше предела текучести материала варьировались размеры поперечных сечений поясов и толщина обшивки. Для решения третьей задачи составлена расчетная модель МКЭ (рис. 2) применительно к варианту структурной схемы, для которого получена минимальная металлоемкость. Для этого варианта металлоемкость рассчитывалась следующим образом: для расчета веса торцевой стены учитывался вес каждого элемента, а именно, плоская обшивка стены 2 толщиной δ, верхняя обвязка 1 и подкрепляющие пояса 3 (рис. 3).

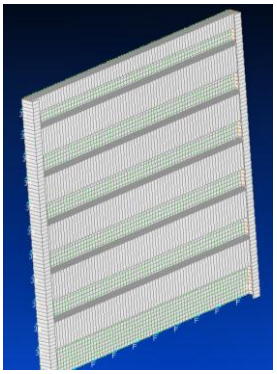


Рис. 2. Расчетная модель МКЭ предлагаемого варианта торцевой стены грузового вагона открытого типа

В расчете металлоемкости не учитывался вес угловой стойки. Вес торцевой стены с полустойками составляет 500 кг, а вес оптимизированной торцевой стены равен 382 кг. Металлоемкость оптимизированного варианта меньше, чем у аналога, а прочность выше. Поперечное сечение торцевой стены грузового вагона открытого типа представлено на рис. 3.

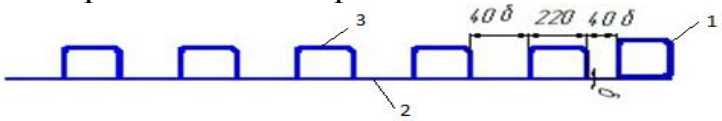


Рис. 3. Поперечное сечение оптимизированного варианта торцевой стены (повернуто)

В результате исследования предложен оптимизированный вариант торцевой стены полувагона, включающий кроме угловых стоек и верхней обвязки лист обшивки, подкрепленный пятью горизонтальными поясами в виде гнутых швеллеров. На полученный вариант торцевой стены подана заявка на патент.

Значения максимальных напряжений элементов конструкции рассчитаны с использованием программного комплекса «*Femap*» (таблица).

Таблица. **Основные расчетные значения максимальных напряжений элементов конструкции торцевой стены**

Элемент торцевой стены	Значение напряжения σ, $МН/м^2$
Пояс	325
Верхняя обвязка	267
Угловая стойка	32

Установлено также, что увеличение жесткости верхней обвязки стены снижает напряжения в самой обвязке, но мало влияет на напряжения в подкрепляющих поясах. Поэтому нецелесообразно увеличивать жесткость верхней обвязки. Такой же результат получен применительно к угловым стойкам.

Таким образом, полученные результаты позволяют повысить прочность торцевой стены полувагона и снизить затраты на ремонт.

Список литературы

1. *Горбенко А.П.* Вагоны промышленного железнодорожного транспорта. / А.П. Горбенко, П.В. Шевченко. // под ред. П.В. Шевченко. – Киев: Головное объединение издательского объединения «Вища школа», 1980. – 224 с.
2. *Вайнберг Д.В.* Расчет пластин / Д.В. Вайнберг, Д.Е. Вайнберг. Киев.: Будвельник, 1970. – 436 с.
3. Нормы расчёта и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)». ГосВНИИВ ВНИИЖТ, М. 1996. – 319 с.

Пушкарев К.Н., магистрант, e-mail: cronos-kostik@ya.ru;
Сорокин С.В., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Применение приспособлений с активными силовыми механизмами при обработке нежестких высокотехнологичных деталей

Аннотация: В статье рассматривается решение задачи технологического обеспечения параметров точности и качества обработки поверхностей нежестких высокотехнологичных деталей с применением системы определения изгибов конструкции и обеспечения компенсационных перемещений установочных элементов технологического оснащения. Реализация предлагаемого аппаратного решения, предполагает интеграцию в состав силового механизма закрепления детали АСНИ контроля величины

изгиба для корректировки нагружающего воздействия и действительного пространственного расположения поверхностей детали для получения ее заданной формы.

Ключевые слова: обеспечение точности, технологическая оснастка, качество деталей машин, активные силовые механизмы, аппаратный комплекс.

Современный этап развития технологии машиностроения заключается в объединении технологий проектирования, изготовления и эксплуатации машин и в разработке научных основ по системному описанию технологических методов, позволяющих обеспечить необходимые эксплуатационные свойства деталей машин. Совершенствование производства неразрывно связано с техническим оснащением и модернизацией производственных мощностей путем применения последних достижений науки и техники. При переходе на новый вид продукции и, как следствие переподготовке производства, около 50% от всего объема технологического оснащения приходится на техническое переоснащение и модернизацию производства, включающего в себя процессы конструирования технологической оснастки, так как ее качество является одним из важнейших факторов, влияющих на качество выпускаемой продукции машиностроительного предприятия. В связи с этим возникла проблема повышения эффективности и качества проектирования технологии изготовления и сборки изделий, а так же необходимость сокращения сроков проектирования средств технологического оснащения с применением современных интегрированных САПР.

На большинстве современных предприятий, осуществляющих изготовление высокотехнологичных изделий малой жесткости ограниченными сериями, обработка таких деталей проводится на основе производственного опыта и анализе изготовления опытных образцов изделия при ручной выверке с большим количеством трудоемких разметочных и контрольных операций.

Проводимая работа посвящена проектированию тензометрической системы контроля перемещения контактирующих поверхностей, интегрированной в модуль технологической установочно-зажимной оснастки с действием обратной связи в режиме реального времени [1].

Создание аппаратного комплекса, решающего проблему обеспечения требуемых геометрических параметров обрабатываемых деталей, как в одной плоскости, так и с учетом анализа многовекторных пространственных отклонений, является важной научно-практической задачей в рамках технологической подготовки изготовления тонкостенных, нежестких и других особо ответственных изделий.

На настоящий момент реализован аппаратный модуль, определяющий величину перемещения элементов конструкции детали, который позволяет оценить значение заданного изгиба контактной поверхности или компенсационных перемещений установочных элементов оснастки, требуемых для обеспечения точностных показателей обрабатываемого изделия на основе физической и имитационной модели процесса деформирования изделия при его обработке и сборке.

Основным элементом конструкции приспособления для формирования оптоволоконных шин является деталь «Колесо намоточное». При подготовке производства на этапах технологического обеспечения установленных заказчиком эксплуатационных параметров, возникли сложности с их достижением.

Одними из основных требований при изготовлении изделий типа «Колесо намоточное» является обеспечение заданных высоких показателей прямолинейности и плоскостности, а также точности взаимного расположения поверхностей тонкостенных нежестких деталей.

Поэтому создание аппаратного комплекса, решающего проблему технологического обеспечения требуемых геометрических и точностных параметров функциональных поверхностей обрабатываемых деталей на основе научно-обоснованного подхода к формированию требуемой величины компенсационного перемещения элементов оснастки или реализации требуемого нагружения с целью обеспечения начального изгиба детали с учетом физической модели процесса ее деформирования и технологических факторов в рамках подготовки производства является важной научно-практической задачей в рамках технологической подготовки изготовления высокотехнологичных изделий.

Аппаратный комплекс предназначен для обработки данных по состоянию нежестких деталей или их элементов при установке заготовки в приспособление, в процессе обработки резанием или осуществлении сборочных операций. Комплекс, в частности, реализует функцию активного контроля пространственных отклонений или контроля величины начального технологического изгиба заготовки, обеспечивающего заданную геометрию обрабатываемой детали [2].

На основе информации о пространственных отклонениях при обработке и сборке изделия, полученных средствами моделирования процесса деформирования детали в среде *CAE*-модуля интегрированных САПР, вырабатывается корректирующий сигнал положения установочных опор и усилий закрепления зажимных элементов оснастки для обеспечения заданных параметров геометрической точности с учетом показателей качества изделия, согласно конструкторской документации.

Основным фактором, обеспечивающим решение задачи технологического обеспечения требуемых параметров точности формы и размеров нежестких изделий является его компенсационное деформирование с учетом физической модели и пространственной конструкции. Реализация предлагаемого аппаратного решения, предполагает интеграцию в состав силового механизма закрепления детали АСНИ контроля величины изгиба для корректировки нагружающего воздействия и действительного пространственного расположения поверхностей детали для получения ее заданной формы.

Основной особенностью предлагаемой конструкции является наличие обратной связи по обеспечению пространственной компенсации положения базовых поверхностей изделия в пределах заданной величины.

Аппаратный комплекс будет использоваться на установке по обработке высокотехнологичных нежестких деталей типа «Колеса намоточного». В этой связи существуют определенные компоновочные ограничения для проектируе-

мого аппаратного комплекса. Кроме этого, на основе физической модели деформации детали определены прочностные параметры отдельных конструктивных элементов, а на основе имитационной модели изгиба установочных поверхностей подобраны параметры силового компенсационного механизма.

Современное инновационное производство, широкое использование наукоемких технологий в общем машиностроении, быстрая смена номенклатуры выпускаемых изделий требуют совершенствования работы инженерных служб предприятий. Применение разрабатываемой автоматизированного комплекса позволит значительно сократить время освоения новой продукции за счет оптимизации работы инженера-проектировщика на начальных этапах технической подготовки производства, при технологическом обеспечении необходимых показателей качества изготавливаемых деталей и сборки узлов.

Список литературы

1. *Сорокин С.В.* Конструкторско-технологическая подготовка изготовления и сборки высокотехнологичных изделий // Технология – оборудование – инструмент – качество: материалы междунар. науч.-техн. конф. / редкол.: Хрусталев Б.М. (гл. ред.) [и др.] Минск: Бизнесофсет, 2014 - 224 с. С. 22-24.
2. *Сорокин С.В.* Технологическое обеспечение требуемых параметров качества деталей типа «хребтовая балка» с применением средств инженерного анализа CAD/CAM-систем при их изготовлении в условиях машиностроительного предприятия / С.В. Сорокин, А.И. Зинов // Проблемы обеспечения и повышения качества и конкурентоспособности изделий машиностроения и авиадвигателестроения (ТМ-2015): материалы 7-й международной научно-технической конференции, г. Брянск, 21-23 сентября 2015 г.. – Брянск: БГТУ, 2015 – 223 с. С. 166-167.

Усынин В.А, аспирант;
Щенятский А.В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова»

Многослойные прессовые соединения с прослойкой из компаунда

Аннотация: В данной научной статье на основе анализа результатов исследования многослойных соединений с натягом и методов их расчета, определено место соединений с прослойкой из компаунда, рассмотрено влияние погрешности изготовления деталей и особенности применение композита в клеевом соединении с натягом. Кроме того, подведены итоги анализа процесса трения и износа поверхностей сопрягаемых деталей.

Ключевые слова: соединение, прослойка, трение, износ, компаунд, сборка, нагрузочная способность.

Одним из распространенных видов соединений в машиностроении являются многослойные соединения с натягом. Необходимое качество таких соединений, которое принято характеризовать нагрузочной способностью (НС), обеспечивается высокой точностью обработки сопрягаемых поверхностей деталей, соответствующей 5-7 квалитету. Как показывает практика [1] прочность соединений, особенно при незначительных габаритных размерах, может изменяться в несколько раз, даже в пределах заданных допусков на изготовление собираемых деталей. Большое влияние в этом случае оказывает шероховатость и макро- и микрогеометрические параметры сопрягаемых поверхностей.

Поэтому в настоящее время, особенно в условиях мелкосерийного производства, эффективно применение таких видов многослойных соединений с натягом, в которых все погрешности компенсируются промежуточным элементом. Отличительным признаком является использование в данном соединении прослойки из наноструктурированного компаунда, который вводится под высоким давлением между охватывающей и охватываемой деталями, или между одной из двух перечисленных деталей и дополнительным деформируемым промежуточным элементом. В одних случаях обеспечивается повышенная нагрузочная способность, снижаются требования к точности изготовления и качеству сопрягаемых поверхностей деталей, в других положительный эффект не достигается и, уровень нагрузочной способности остается прежним. Следовательно, параметры деталей соединения были назначены неправильно. Повышение эффективности многослойных соединений с прослойкой из компаунда требует развития оригинального метода расчета, в том числе и технологических параметров. Внедрение прессовых соединений с прослойкой из компаунда сдерживается следующими обстоятельствами:

- недостаточной изученностью влияния нано структурированных компаундов на нагрузочную способность соединения;
- сложностью назначения оптимальных технологических параметров, обеспечивающих требуемое качество соединения;
- отсутствием исследований, устанавливающих взаимосвязь между геометрическими и нагрузочными параметрами процесса сборки и параметрами качества получаемых соединений;
- отсутствием инженерных методик проектирования и прогнозирования нагрузочной способности получаемых соединений;
- отсутствием статистических данных о прочности соединений в зависимости от различных внешних факторов.

Качество, надежность, ремонтопригодность и другие важные показатели соединений с натягом закладываются на первых этапах жизненного цикла изделия: проектирование, изготовление и сборка. В соответствии с этим можно выделить конструкторский и технологический методы достижения и повышения нагрузочной способности (подготовка и сборка деталей соединения). На рисунке 1 представлен технологический метод обеспечения и контроля НС.

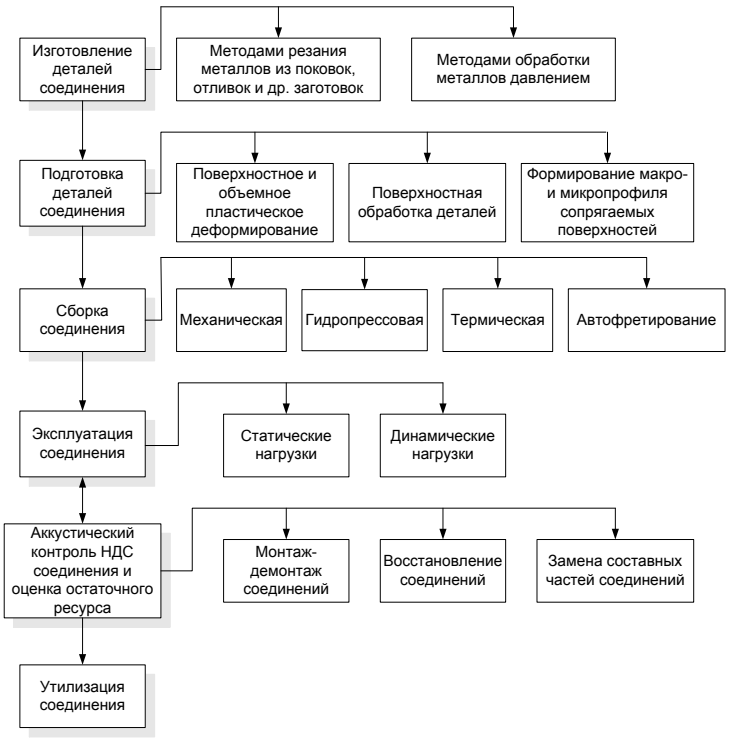


Рис. 1. Технологический метод обеспечения и контроля НС

Различные технологические методы сборки позволяют производить и обратную операцию – разборку соединения. Для этих целей широко применяется гидропрессовый и термический методы, применение которых почти не влияет на НС повторно собранного соединения [2].Условно можно сказать, что это разъемное соединение, т. к. его можно разбирать без разрушения, но повторная сборка-разборка снижает надежность.

После сборки соединения диаметр *d* становится общим для вала и втулки. При этом на поверхности контакта развивается нормальное давление *p* (рисунок 2, б), которое является следствием упругих и упругопластических деформаций деталей соединения при сборке. Как следствие давления в контакте также развивается сила трения, которая обеспечивает полную неподвижность соединения при действии внешних сил.

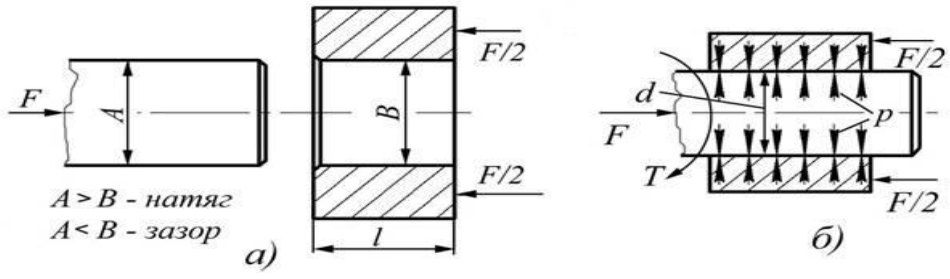


Рис. 2. Соединение с натягом: а) до запрессовки; б) после запрессовки

Сборка соединения с натягом может производиться: прессованием (запрессовкой); нагревом охватывающей детали; охлаждением охватываемой детали; гидрозапрессовкой.

Запрессовка – наиболее распространенный и несложный способ сборки. Основной недостаток – срез (смятие) неровностей поверхностей при запрессовке и уменьшение шероховатости поверхности, что снижает прочность соединения [3].

Нагрев охватывающей детали (до 230 ºС) распространенный способ. Недостаток – возможно коробление деталей, появление окалины и изменение структуры при более высокой температуре, поэтому рекомендуется нагревать детали в машинном масле[4].

Охлаждение охватываемой детали (до -79 ºС – углекислота и -196 ºС пары жидкого азота) очень выгодно применять для посадки малых деталей на большие (массивные) детали.

При гидрозапрессовке осуществляется нагнетание масла под давлением в зону контакта. Этот метод наиболее эффективен при сборке деталей больших диаметров и конических соединений. Недостаток – требует специального оборудования [5].

Области применения соединений: для посадки подшипников качения, ходовых колес, зубчатых колес, кулачков и т. п. на валы.

Преимущества:

1. Простота и технологичность, что обеспечивает низкую себестоимость и возможность применения в массовом производстве.

2. Хорошее центрирование (базирование) соединяемых деталей.

3. Возможность передачи больших знакопеременных нагрузок.

Недостатки:

1. Нагрузочная способность зависит от рассеивания значений коэффициента трения и колебаний действительных посадочных размеров.

2. Высокие сборочные напряжения.

3. Сложность сборки и особенно разборки при больших натягах.

Целью расчета подобных соединений является определение величины требуемого натяга и выбора по нему стандартной посадки. Значение этих параметров зависит от требуемого контактного давления p на посадочной поверхности. Это давление должно быть таким, чтобы сила трения на указанной поверхности, оказалась больше внешних сдвигающих сил и моментов. Определим величину этого давления, исходя из условия его равномерного распределения по контактной поверхности, для наиболее распространенных случаев (рис. 2,3).

а) соединение нагружено осевой силой [6].

Условие отсутствия сдвига вала относительно втулки, формула 1:

$$KF \geq F_{tr} \tag{1}$$

где $K = 2 \div 4$ – коэффициент запаса сцепления.

Сила трения в контакте формула 2:

$$F_{tr} = \pi dLfp \tag{2}$$

где d – посадочный диаметр; f – коэффициент трения; l – длина посадочной поверхности.

Используя известное решение задачи о напряжениях и деформациях в толстостенных полых цилиндрах, задача Ляме [7], приведенном в курсе сопротивления материалов, можно определить расчетный натяг формула 3:

$$N_p = pd\left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}\right) \quad (3)$$

где C_1 и C_2 – коэффициенты жесткости, d – диаметр отверстия охватываемой детали; E_1 и E_2 – модули упругости и коэффициенты Пуассона материалов вала и ступицы: для стали $E_1 = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа; для бронзы $E_2 = 0{,}98 \cdot 10^5$ МПа.

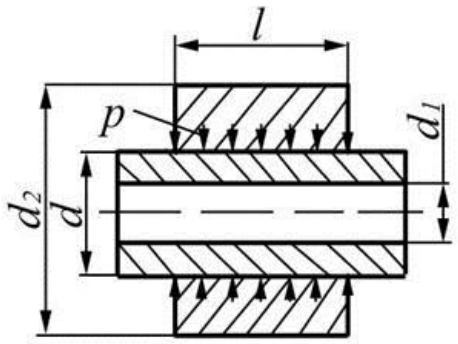


Рис. 3. Схема соединения с натягом

Для учета влияния температурного фактора вводят поправку на температурную деформацию формула 4:

$$\Delta_t = d\left[t_2 - 20)\alpha_2 - (t_1 - 20)\alpha_1\right], \quad (4)$$

где t_1 и t_2 – температура деталей соединения в процессе работы, ^{0}C; α_1 и α_2 - температурные коэффициенты линейного расширения материала деталей (для стали $\alpha = 12 \cdot 10^{-60}$C^{-1}).

Изучая литературу, обратим внимание на статью А. Г. Холодкова, к.т.н., проф., Московский государственный машиностроительный университет (МАМИ) «Сборка комбинированных клеевых соединений». Следует отметить, что склеивание - один из способов получения неразъемных соединений деталей по цилиндрическим, плоским поверхностям. Этот процесс обусловлен тем, что между клеем (адгезивом) и склеиваемой поверхностью возникают силы адгезии. Природа адгезии достаточна сложна, она объясняется межмолекулярными и химическими связями между клеем и склеиваемыми поверхностями. Прочность клеевого соединения определяется не только адгезионным взаимодействием, но и прочностью самого клеевого слоя (когезионная прочность).

К преимуществам клеевых соединений относят: высокую усталостную прочность, возможность соединения разнородных материалов; равномерность

распределения напряжений в соединении (повышается сопротивление вибрациям); высокую прочность на сдвиг; уменьшение объема механической обработки (отпадает надобность сверления отверстий для крепежа); герметичность и коррозионную стойкость; в ряде случаев уменьшение массы и себестоимости изготовления изделия.

Недостатками клеевых соединений являются: низкая прочность на отрыв (отдир, расслаивание); «старение» - меньшая долговечность по сравнению со сварными и клепаными соединениями, незначительная тепловая стойкость ряда клеев. Эти недостатки удается компенсировать при выполнении комбинированных соединений. Так, например, устранение зазора в клеевом соединении может быть обеспечено при использовании комбинированного соединения: с натягом и клеем. Сочетание двух методов: с применением термовоздействия - нагрева охватывающей детали и нанесения анаэробного клея на сопрягаемую поверхность охватываемой детали, позволяет устранить недостатки, присущие каждому из этих методов. Соединения, получаемые комбинированным методом, имеют более высокую прочность: в 2,5...3 раза больше, чем у соединений, полученных запрессовкой, и в 1,3... 1,5 раза больше, чем у соединений, полученных склеиванием.

Достаточно большая величина критического зазора и позволяет собирать сопрягаемые детали простыми по конструкции исполнительными механизмами при одном поступательном движении. С учетом температурной стойкости клея можно определить область применения комбинированного метода для различных диаметров соединения и величин натягов. Определив величину тепловых деформаций можно рассчитать тепловой монтажный зазор, величины которого при использовании анаэробного клея L620, имеющего температурную стойкость, равную 200°С, для сопрягаемых стальных деталей. Область применения данного метода выделена рамкой. Применение данного метода ограничивается также величиной давления p, зависящего от величины натяга, рассчитываемого по методике.

Результаты расчета величин давления p, анаэробный клей L620 по данным фирмы «*Loctite*» в полимеризованном виде воспринимает давление 18...22 МПа, поэтому область применения этого метода ограничена посадками $H7/p6$ для диаметров соединения от 50 мм и более (обл. 18...22 Мпа).

При введении анаэробных материалов в зону сопряжения и после его полимеризации характер контакта в резьбовом соединении изменяется. При отвинчивании необходимо срезать слой клея, расположенный примерно на 60...80 % площади сопряжения в пустотах зоны контакта, возникающих из-за неплотного прилегания рабочих сторон витков резьбы и головки болта, гайки.

Проведенный анализ показал, что возможная область применения прессовых соединений с прослойкой из компаунда может быть значительно расширена, при этом следует уделить больше внимания развитию метода расчета таких соединений и обоснованию выбора технологических режимов сборки.

Список литературы

1. *Абрамов И.В.* Исследование и совершенствование гидропрессового метода сборки соединений с натягом: Автореф... канд. техн. наук: - Пермь, 1970. - 20с.
2. *Абрамов И.В., Щенятский А.В., Соснович Э.В.* К вопросу моделирования гидропрессовой сборки методом конечных элементов // Избранные ученые записки ИжГТУ. В трех томах.- Том II: Моделирование технических объектов и систем. Приборостроение. Измерительная техника. Экономика. Системология. - Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 1998. - С.37-41
3. *Балацкий Л.Т.* Прочность прессовых соединений. - Киев: Техника, 1982. - 151с.
4. *Андреев Г.Я.* Расчет теплового режима при сборке соединений с натягом. - Вестник машиностроения, 1974, N 7. - с. 21-34.
5. *Андреев Г.Я.* Тепловая сборка колесных пар. Издательство Харьковского университета, 1965.
6. *Крагельский И.В.* Трение и износ. – Москва: Изд-во «Машиностроение», 1968. – с. 56-64
7. *Беляев Н.М.* Сопротивление материалов. М.: Наука, 1965. - с.219

Селифонов В.С. к.т.н., e-mail: Vitalserg82@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Формирование микрогеометрии при механической обработке резинотканевых конвейерных лент

Аннотация: В ходе выполнения исследований получены теоретические зависимости для расчёта параметра шероховатости при лезвийной обработке резинотканевых конвейерных лент. Установлена физическая картина формирования шероховатости при лезвийной обработке резинотканевых конвейерных лент. Приводятся рекомендации по скорости резания, назначению подачи.

Ключевые слова: резинотканевые конвейерные ленты, лезвийная обработка, шероховатость поверхности.

Одной из актуальных задач машиностроительного производства является повышение эффективности технологических методов обработки, которое заключается в обеспечении требуемого качества деталей с наименьшей себестоимостью их изготовления.

При изготовлении изделий в разных отраслях промышленности широко используются различные неметаллические материалы, в том числе и резина. Изделия из одной резины или из резины с армирующими элементами используются в качестве уплотнений, тяговых и приводных деталей, электроизолирующих и многих других Наибольшую эффективность при производстве деталей

из резины даёт прессование сырой резины в прессформе. В итоге получается готовое изделие, не требующее дополнительной механической обработки. Однако, в ряде случаев такая обработка неизбежна. Характерными примерами является восстановление автомобильных покрышек, когда сначала удаляется старый изношенный слой протектора, наваривается новый, который калибруют или даже профилируют механической обработкой. Другой пример - резинотканевые конвейерные ленты, которые в ряде случаев приходится обрабатывать резанием, а точность и качество поверхности определяют качество получаемых соединений.

Эффективность работы ленточных конвейеров во многом определяется техническим состоянием лент и, прежде всего, состоянием стыковых соединений. До 70% простоев и трудоёмкости обслуживания ленточных конвейеров вызваны восстановлением стыковых соединений [2, 3].

Одним из факторов, оказывающих влияние на прочность стыкового соединения является качество обработанной поверхности. От качества обработки поверхности зависит прочность и долговечность стыка.

Таким образом, механическая обработка резиновых и резинотканевых изделий является достаточно распространённой. При этом формируемые поверхности в значительной мере определяют качество получаемых деталей. С этой точки зрения понятен интерес к технологиям резания резины и резинотканевых изделий.

Прочность резины намного ниже прочности материалов, традиционно обрабатываемых резанием, поэтому особых проблем с разрушением заготовки, стойкостью инструмента нет. Однако, на практике, при обработке деталей из резины возникает много проблем иного рода. Материал упругий, деформации при резании сопоставимы с размерами обрабатываемых деталей. Расчёты погрешности обработки по существующим методикам некорректны. Тоже можно сказать и об оценках формируемой шероховатости. Сложившаяся теория формирования микрогеометрии поверхности детали при резании, не учитывают специфики резания резины, а физическая картина в этом случае существенно отличается от резания металлов.

Таким образом, можно отметить, что резание резины достаточно распространено, имеет определённую область рационального использования. Наиболее характерным объектом являются резинотканевые конвейерные ленты, которые часто приходится обрабатывать резанием, а точность и качество поверхности определяют качество получаемых соединений. В то же время в доступной технической литературе практически отсутствуют сведения как научного, так и технического характера по реализации данного процесса. Поэтому исследование вопросов реализации технологии резания резинотканевых материалов, вопросов технологического обеспечения качества поверхностей таких деталей является актуальным.

Процесс лезвийной обработки данного материала отличается тем, что при резании упругого материала отсутствуют пластические деформации, часть

упругодеформированного материала после разрушения восстанавливает форму (рис. 1)

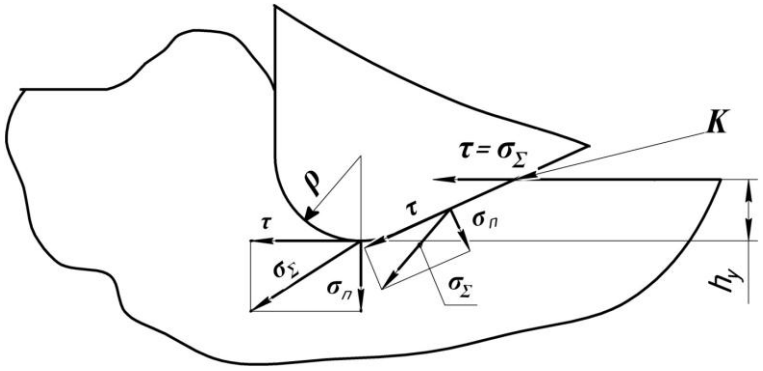


Рис. 1. Предлагаемая схема разрушения упругого материала

За основу была взята теоретическая модель формирования микрорельефа при обработке конструкционных сталей, разработанная А.Г. Сусловым [1]. Но при обработке резинотканевых конвейерных лент, картина образования шероховатости поверхности несколько будет иной. В связи с большими упругими деформациями и практически отсутствующей пластичностью составляющие шероховатости поверхности изменятся.

Таким образом, при обработке эластичных материалов высота профиля шероховатости будет определяться уравнением:

$$R_z = k \cdot (h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5), \text{ (мкм)} \qquad (1)$$

При этом в формуле сохраняются практически неизменными прежние компоненты [1]: h_1 – составляющая профиля шероховатости, обусловленная формой инструмента и кинематикой его перемещения, мм; (рис. 2) h_2 – составляющая профиля шероховатости, обусловленная колебаниями инструмента, мм; h_4 – составляющая профиля шероховатости, обусловленная шероховатостью рабочей части инструмента, мкм; h_5 – составляющая профиля шероховатости, обусловленная радиальным биением режущих кромок инструмента, мкм.

В то же время появляется новый коэффициент k и изменяется сущность величины h_3.

k – коэффициент, учитывающий наличие тканевой прослойки в составе резины; h_3 – составляющая профиля шероховатости, обусловленная деформациями в зоне контакта детали с инструментом, мкм;

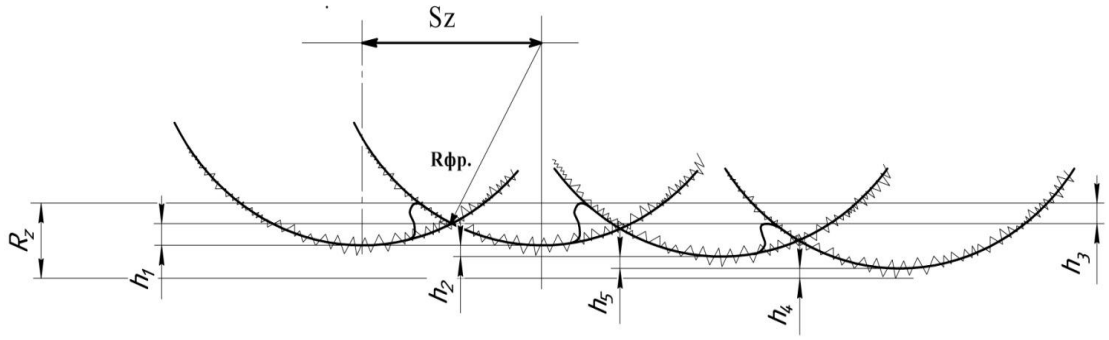


Рис. 2. Формирование профиля шероховатости при встречном цилиндрическом фрезеровании: *Sz* – подача на зуб фрезы, мм/зуб; *R*фр. – радиус фрезы, мм

Для составляющих профиля шероховатости h_1, h_2, h_4, h_5 схема и зависимости расчёта заимствованы из работ А.Г. Суслова. Величинами h_2, h_4, h_5 можно пренебречь (h_2=0, h_4=0, h_5=0), т.к. усилия, вызывающие вибрации в зоне резания малы, а требуемая шероховатость велика по сравнению с шероховатостью режущей кромки инструмента и биениями зубьев фрезы.

Таким образом, при лезвийной обработке резинотканевых конвейерных лент высота профиля шероховатости будет определяться уравнением:

$$Rz = k \cdot (h_1 + h_3), \text{ мкм} \qquad (2)$$

Коэффициент *k* определяется экспериментально по следующей зависимости

$$k = \frac{Rz_{тк.}}{Rz_{рез.}}, \text{ мкм} \qquad (3)$$

где: $Rz_{рез.}$ – шероховатость поверхности резинового материала, мкм; $Rz_{тк.}$ – шероховатость поверхности тканевого материала, мкм.

Деформация материала в зоне контакта образца с инструментом при обработке эластичных материалов приводит к увеличению высоты образующей шероховатости на величину h_3. (рис. 2).

Рассмотрим схему формирования составляющей профиля шероховатости h_3 (рис. 3):

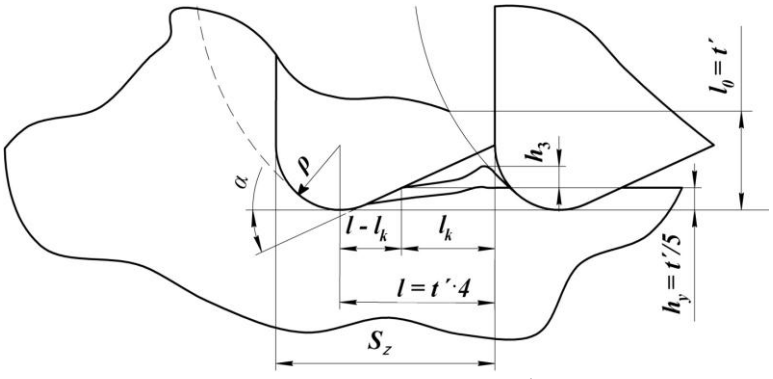


Рис. 3. Формирование составляющей профиля шероховатости h_3

В отличие от металлов, у которых разделение материала происходит по линиям скольжения в области передней поверхности, у резины эта точка уходит на заднюю поверхность. Часть упругодеформированного материала после разрушения восстанавливает свою форму, образуя составляющую h_3.

Относительное удлинение резины Т2 при разрыве ε=3. Тогда:

$$\varepsilon_{\text{пр.}} = \frac{l_k - l_0}{l_0} = 3 \tag{4}$$

где: l_k - конечная длина образца, мм; l_0 - начальная длина образца, мм.

Критическое расстояние в зоне обработки материала, образца при механической обработке определяется следующим образом:

$$l = \varepsilon_{\text{пр.}} \cdot l_0 + l_0 = l_0 \cdot (1 + \varepsilon_{\text{пр}}) = l_0 \cdot 4 \tag{5}$$

Принимая в качестве начальной длины образца l_0 глубину резания $t^{/}$, имеем:

$$l = t^{/} \cdot (1 + \varepsilon_{\text{пр.}}) = 4t^{/} \tag{6}$$

Для определения величины упруговосстанавливающегося слоя h_y, рассмотрим поперечное сужение деформируемого слоя величиной $t^{/}$, которое рассчитывается по следующей зависимости, учитывая что:

$$\varepsilon_{поп.} = \varepsilon_{пр.} \cdot \mu = 3 \cdot 0.5 \approx 1.5 \tag{7}$$

где: μ - коэффициент Пуассона. μ=0.5.

Принимая допущение, что: $h_y = \frac{t^{/}}{1.5}$. Тогда величина l_k определяется следующим выражением:

$$l_k = l - \frac{\frac{t^{/}}{1.5}}{tg\alpha} \tag{8}$$

Величина $t^{/}$ определяется выражением:

$$t^{/} = R_{фр.} \cdot \left(1 - \cos\left(\arcsin\frac{Sz}{R_{фр.}}\right)\right) \tag{9}$$

Исходя из этого, величину h_3 можно определить по следующему выражению:

$$h_З = \frac{l_k}{1+\varepsilon_{пр}} = \frac{(1+\varepsilon_{пр.})\cdot t^{/} - \frac{\frac{1}{1.5}t^{/}}{tg\alpha}}{1+\varepsilon_{пр.}} = \frac{t^{/}\cdot(\varepsilon_{пр}+1-\frac{1}{1.5tg\alpha})}{1+\varepsilon_{пр.}}, мкм \qquad (10)$$

Упрощая данное выражение, получаем:

$$h_З = \frac{R_{фр.}\cdot\left(1-\cos\left(\arcsin\frac{Sz}{R_{фр}}\right)\right)\cdot\left(\varepsilon_{пр.}+1-\frac{1}{1.5tg\alpha}\right)}{1+\varepsilon_{пр.}} \qquad (11)$$

Измерение параметра шероховатости *Ra* в процессе проведения экспериментальных исследований осуществлялось с помощью профилометра *MarSurf PS*1 и лазерного датчика *opto NCDT* 1700-2 [4].

В результате проведенных экспериментальных исследований были получены эмпирические зависимости, описывающие взаимосвязь высотных параметров шероховатости в зоне резания с режимами обработки и параметрами режущего инструмента. Определены характеристики режущей части инструмента, обеспечивающие требуемое значение параметра *Ra*. Установлено, что с увеличением переднего угла и скорости главного движения резания значение параметра *Ra* уменьшается, значение окружной составляющей силы резания *Pz* также уменьшается. С увеличением подачи на зуб *Sz* происходит увеличение параметра шероховатости *Ra*, значение окружной составляющей силы резания *Pz* также увеличивается.

Установлена физическая картина формирования шероховатости поверхности при лезвийной обработке поверхностей резинотканевых конвейерных лент. Разработаны конструкции режущих инструментов, позволяющих производить механическую обработку поверхностей резинотканевых конвейерных лент. С точки зрения качества обработки скорость резания должна быть не менее 200 м/мин. Увеличение ее до 600 м/мин и более в целом благоприятно влияет на процесс обработки.

Список литературы

1. *Суслов А.Г.* Инженерия поверхности деталей / А.Г. Суслов, В.Ф. Безъязычный, Ю.В. Панфилов и др. Под общ. ред. А.Г. Суслова. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.
2. *Голиков Г.Ф.* Резинотканевые конвейерные ленты. Практика стыковки. Корпоративно-справочное пособие / Г.Ф. Голиков. – Сергиев-Посад, 2011 – 157 с.
3. *Высочин Е.М.* Стыковка и ремонт конвейерных лент на предприятиях чёрной металлургии /Е. М. Высочин, Е. Х. Завгородний, В. И. Заренков. – М.: Металлургия, 1989 – 192 с.
4. *Suslov A.G., Petreshin D.I.* Control law for an adaptive technological system to maintain surface-layer quality in machining. *Russian Engineering Research,* 2015, no. 4, PP. 418-423.

Сергеев А.Г., магистрант; e-mail: Sergeev-san13@mail.ru;
Петрешин Д.И., д.т.н.;

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Структура системы управления шлифовально-заточного станка

Аннотация: Рассматривается вопрос разработки пяти координатного шлифовально-заточного станка и построения системы управления для него. Описывается конструктивная особенность станка. Основной идеей построения шлифовально-заточного станка является использование модульных конструкторско-технических решений. Предлагается структурная схема построения системы управления станка. Рассматриваются характеристики системы управления и приводов подач. Описывается взаимодействие между элементами системы управления.

Ключевые слова: пяти координатный шлифовально-заточной станок, система управления, структурная схема, цифровое управление, сервопривод.

В складывающихся экономических реалиях актуальными становятся вопросы импорта замещения и развития отечественной материально-технической базы, в том числе развития отечественного станкостроения. Анализ рынка металлорежущих станков с ЧПУ показывает, что на сегодняшний день отсутствуют отечественные шлифовально-заточные станки с ЧПУ. Данные станки могут быть использованы в инструментальном производстве для заточки и изготовления осевого металлорежущего инструмента: фасонные фрезы, концевые фрезы, шпоночные фрезы, сверла, зенкеры и др. В связи с этим актуальной является задача создания шлифовально-заточного станка с ЧПУ.

Решаемые задачи: 1. Разработка схемы электрической принципиальной системы управления шлифовально-заточного станка. 2. Разработка схемы электрической подключения элементов станка к системе управления. 3. Разработка алгоритма функционирования логики станка. 4. Разработка программы логики станка для системы управления. 5. Параметризация системы управления под управляемое оборудование. 6. Отладка программы логики на действующем оборудовании. 7. Апробация работы системы управления.

Основной идеей построения шлифовально-заточного станка является использование модульных конструкторско-технических решений. Так в качестве основных элементов станка используются унифицированные модули приводов подач, привода главного движения и модули системы управления.

Конструктивно шлифовально-заточной станок с ЧПУ имеет три линейных координатных оси *X*, *Y*, *Z* и две круговых оси *A* и *C*. Все линейные координатные оси имеют профильные рельсовые направляющие и шариковинтовые передачи. Линейные координатные оси получают движение от сервоприводов. Круговые оси реализованы на поворотных столах, управляемые от сервоприводов.

Устройство управления для шлифовально-заточного станка выполняется в виде отдельно стоящего электрического шкафа и выносного пульта оператора. В электрическом шкафу располагается слаботочная и сильноточная электроавтоматика станка, блок управления УЧПУ, модули дискретных входов и выходов, система управления приводами подач. На выносном пульте управления размещается пульт оператора и органы управления станка.

Электрошкаф и выносной пульт выполняются с соответствующей степенью защиты от вредных воздействий окружающей среды.

Система управления, используемых сервоприводов, имеет возможность цифрового и аналогового управления движением. Современные металлорежущие станки с ЧПУ имеют цифровое управление движением, что позволяет значительно повысить точность перемещения и стабильность в управлении [1-3]. В связи с этим в качестве системы управления станка было выбрано устройство ЧПУ (УЧПУ) отечественного производителя с цифровым управлением приводами подач. Используемое УЧПУ представляет собой распределённое устройство, что позволяет приблизить аналоговые и дискретные входы/выходы к управляемому оборудованию. Принцип открытой архитектуры позволяет применять УЧПУ к сложным объектам управления [4, 5]. Это достигается возможностью рассредоточить периферийные модули. Основными характеристиками выбранного УЧПУ являются:

- количество дискретных входов/выходов 96/64;
- подготовка управляющих программ одновременно с выполнением цикла обработки детали;
- компенсация погрешности ходового винта и компенсация люфтов;
- программное ограничение перемещений;
- защищенные области и определение рабочего поля из управляющей программы;
- управление скоростью перемещения рабочих органов на профиле;
- управление разгоном/торможением по линейному или экспоненциальному закону;
- устанавливаемые при конфигурации начальные точки до 100;
- электронный штурвал;
- датчики типа энкодер;
- канал датчика касания (Т);
- диагностика при включении и во время работы;
- последовательный канал RS232 и параллельный порт;
- встроенный программируемый интерфейс логики станка;
- язык высокого уровня для программирования интерфейса логики станка;
- видеографика;
- каналы *FDD, RS*-232, *LAN, USB.*
- наличие утилиты «Автоматизированное рабочее место диспетчера».

Структурная схема системы управления представлена на рис. 1.

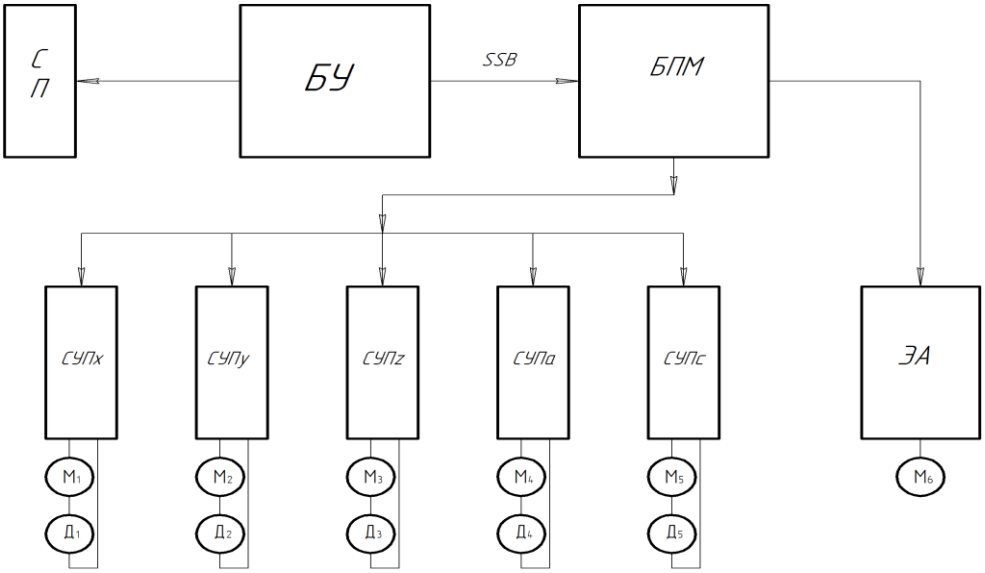


Рис. 1. Структурная схема системы управления шлифовально-заточного станка с ЧПУ: СП – станочный пульт; БУ – блок управления; БПМ – блок периферийных модулей; *SSB* – синхронная последовательная шина; СУП – сервоусилитель привода; $М_1$ – $М_5$ –серводвигатель; $Д_1$ – $Д_5$ – фотоимпульсный датчик; ЭА – электроавтоматика; $М_6$ – электродвигатель шпинделя.

УЧПУ является программно-управляемым устройством, имеет аппаратную и программную части. В состав УЧПУ входят блок управления (БУ), станочный пульт (СП) и блок периферийных модулей (БПМ).

УЧПУ разработано на основе промышленной шины *Ethernet* (*SSB*). БУ и БПМ соединяются между собой каскадным соединением через стандартный кабель. Один БУ можно соединить с двумя БПМ.

БУ управляет работой УЧПУ и внешнего подключаемого оборудования. Структура БУ включает модуль управления, пульт оператора и блок питания. Модуль управления включает в себя плату процессора, плату контроллера синхронного последовательного канала *SSB* и плату разъёмов каналов *CF&USB*. Взаимодействие платы контроллера *SSB* и платы *CPU* обеспечивают сигналы интерфейса *ISA BUS*.

По каналу *SSB* осуществляется управление блоком периферийных модулей. Скорость передачи информации составляет 100 Мбит/с. Интерфейс *SSB* выдерживает электрический удар ±15*KV* статического разряда (*ESD*) и помехи мгновенно меняющихся импульсов (*EFT*) до 4000V.

Управление внешними дополнительными устройствами ввода/вывода производится через интерфейсы внешних устройств: *RS*-232, *USB*1, *USB*2, *CF*, *Ethernet* (*LAN*), *Keyboard* & *Mouse* (*PS*/2).

СП совместно с БУ обеспечивают выполнение всех функций управления и контроля в системе «ОПЕРАТОР – УЧПУ - ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ» как в автоматическом, так и в ручном режиме. В качестве элементов управления БУ и СП используются клавиши, кнопки и селекторы, а в качестве элементов контроля – дисплей и светодиоды. Эти элементы позволяют оператору управлять

работой системы, вести с ней активный диалог, получать необходимую информацию о ходе управления объектом.

В состав БПМ входит модуль энкодер – цифроимпульсный преобразователь (ЦИП), который управляет сервоприводами подач с импульсным входом управления и обратной связью через датчик обратной связи фотоэлектрического типа. Данный модуль обеспечивает управление 4 осями. Разрядность ЦИП устанавливается перемычками: 14/16 разрядов.

Программное обеспечение УЧПУ позволяет обслуживать до 16 координатных осей управляемого оборудования, включая шпиндель.

В настоящее время ведутся работы по разработке схемы электрической для монтажа системы управления. После сборки системы управления будут написаны файлы параметризации УЧПУ и программа логики станка для функционирования УЧПУ.

Список литературы

1. *Федонин, О.Н.* Повышение эффективности работы токарно-револьверного станка с ЧПУ 1В340Ф30 путем модернизации и настройки его системы управления/ О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, В.А. Хандожко// Вестник Брянского государственного технического университета. 2010. № 4. С. 82-87.
2. *Федонин, О.Н.* Модернизация металлообрабатывающих станков, применяемых в условиях автоматизированного производства / О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, В.А. Хандожко, А.В. Агеенко// Вестник Брянского государственного технического университета. 2009. № 3. С. 57-59.
3. *Федонин, О.Н.* Повышение точности токарных станков с ЧПУ // О.Н. Федонин, Д.И. Петрешин, В.А. Хандожко, А.В. Агеенко// Наукоемкие технологии в машиностроении. 2012. № 5. С. 36-43.
4. *Петрешин, Д.И.* Разработка алгоритма функционирования автоматизированной системы сбора и анализа данных с металлорежущих станков с ЧПУ/ Д.И. Петрешин, О.Н. Федонин, В.А. Карпушкин В.А.// Вестник Брянского государственного технического университета. 2014. № 1 (41). С. 58-62.
5. *Крахмалев, О.Н.* Метод коррекции интегральных отклонений движения исполнительных механизмов промышленных роботов и многокоординатных станков/ Крахмалев О.Н., Петрешин Д.И., Федонин О.Н.// Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2015. № 5 (72). С. 36.

Сидоренкова А.И., магистрант, e-mail: pump-keen@yandex.ru;
Польский Е.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Технологическое обеспечение качества высокотехнологичных сборочных единиц со сложнопрофильными поверхностями на основе анализа размерных связей

Аннотация: В работе приводится методика непрерывной компьютерной поддержки технологического обеспечения качества сборочных единиц на основе автоматизированных подсистем проведения размерного анализа для основных этапов жизненного цикла, позволяющих анализировать технологические, сборочные и эксплуатационные размерные связи в конструкциях машин.

Ключевые слова: размерный анализ, моделирование технологического процесса, параметры качества поверхностного слоя, эксплуатационные свойства.

Точность является одним из важнейших показателей качества многих машин. Кроме того, точность расположения функциональных поверхностей косвенно оказывает влияние и на многие другие параметры и характеристики машин (параметры служебного назначения, надежность, эксплуатационные свойства поверхностей и т.п.), поэтому дальнейшее совершенствование методов размерного анализа конструкций и технологических процессов является актуальной задачей.

Традиционным считается выполнение анализа размерных связей при проектировании в два этапа [1, 2, 3]: расчет конструкторских размерных цепей и расчет технологических размерных цепей.

Постоянное повышение требований к качеству проектирования, при одновременной необходимости ускорения темпов выполнения этих работ, приводит к необходимости параллельной разработки документации при выполнении мероприятий конструкторско-технологической подготовки производства и создания единых конструкторско-технологических отделов. В результате создаются предпосылки реализации принципа одноступенчатого проектирования – технологического обеспечения требуемых эксплуатационных показателей машин и их надежности при одновременном проектировании технологии механической обработки с уточнением параметров сборки.

Принцип одноступенчатого проектирования для обеспечения точности конструкций предполагает управление точностью непосредственно элементами разрабатываемых технологических процессов изготовления и сборки. Такое проектирование актуально при любом типе производства и любой сложности технического проекта.

Необходимость повышения качества продукции и, в частности, надежности требует полного анализа работы узла на этапах проектирования. Следует учитывать не только функциональные параметры, но и технологические воз-

можности производства и сборки машины, возможности контроля основных ее параметров и их изменение в процессе последующей эксплуатации.

При эксплуатации размерные связи не остаются постоянными [1, 2, 3]. На машину будут воздействовать внешние и внутренние факторы, которые приводят к потере точности. Такие воздействия необходимо учитывать для комплексного обеспечения точности, поэтому для размерных цепей необходимо выделить еще одну группу размеров – эксплуатационные размеры. Они описывают дополнительные размерные связи, возникающие при эксплуатации изделия. Включение эксплуатационных размеров в конструкторские размерные цепи позволяет обеспечивать требуемую точность функциональных параметров в течение заданной долговечности изделия.

Современное инновационное производство, широкое использование наукоемких технологий в общем машиностроении, быстрая смена номенклатуры выпускаемых изделий требуют совершенствования работы инженерных служб предприятий. Применение разрабатываемой автоматизированного комплекса позволит значительно сократить время освоения новой продукции за счет оптимизации работы инженера-проектировщика на начальных этапах технической подготовки производства, при технологическом обеспечении необходимых показателей качества изготавливаемых деталей и сборки узлов.

Каждый составляющий конструкторский размер формируется в процессе изготовления деталей либо непосредственно при получении заготовки, либо при последующей обработке (чаще всего механической со снятием припусков). Для этого детали определенным образом ориентируются относительно инструментов или неподвижных частей станков. При этом точность конструкторских размеров достигается различными технологическими методами: совмещением, постоянством или последовательной сменой баз [2, 4].

Для повышения технологичности при ремонте машины в качестве критерия оптимизации можно принять одинаковую долговечность или кратную долговечность всех деталей сборки или узлов. В первом случае, размерный расчет допусков эксплуатационных звеньев деталей первого и второго типа не отличается. Аналогом является расчет на равнопрочность всех деталей сборки. Во втором случае, использование различной долговечности деталей в узле или узлов в машине позволяет управлять точностью замыкающих звеньев сборки и тем самым находить экономически оптимальный межремонтный срок службы. Наличие ремонтов с заменой деталей, потерявших точность, позволяет уменьшать допуски эксплуатационных звеньев, и тем самым облегчить обеспечение заданной точности машины остальных размеров цепи.

В результате для обеспечения эксплуатационных параметров сборки мы приходим к системе уравнений.

В случае использования для обработки деталей одинакового основного оборудования и технологической оснастки и учете погрешностей появляются дополнительные совместные звенья цепи, и связность уравнений еще более корригируется [2].

$$\begin{cases} \sum_{i}^{n_1} c_i T_{S_i} + \sum_{j}^{m_1} c_j k_{внут_j} k_{внеш_j} k_{Тэк_j} + \sum_{k}^{l_1} c_k k_{внут_k} k_{внеш_k} k_{\partial_k} k_{Тэк_k} = T_{\Delta_1}; \\ \sum_{i}^{n_2} c_i T_{S_i} + \sum_{j}^{m_2} c_j k_{внут_j} k_{внеш_j} k_{Тэк_j} + \sum_{k}^{l_2} c_k k_{внут_k} k_{внеш_k} k_{\partial_k} k_{Тэк_k} = T_{\Delta_2}; \\ \sum_{i}^{n_3} c_i T_{S_i} + \sum_{j}^{m_3} c_j k_{внут_j} k_{внеш_j} k_{Тэк_j} + \sum_{k}^{l_3} c_k k_{внут_k} k_{внеш_k} k_{\partial_k} k_{Тэк_k} = T_{\Delta_3}; \end{cases}$$

Кроме задачи определения допусков составляющих звеньев, т.е. допусков размеров и параметров качества поверхностного слоя, предложенный комплексный подход к анализу размерных связей можно использовать при разработке оптимизированных технологий изготовления деталей машин.

В настоящий момент на этапе технологической подготовки производства подбор технологических баз и перераспределение допусков между операционными размерами также выполняется. Однако предлагаемая концепция отличается от используемых в данный момент методов тем, что появляется возможность уже при конструировании узла определять и закладывать технологию изготовления.

Таким образом, объединение конструкторских цепей с технологическими цепями позволяет более гибко управлять качеством машин, в том числе определять параметры эксплуатационных свойств поверхностей деталей. Общие размерные схемы позволяют проследить совместное влияние различных параметров на качество и, прежде всего точность, проектируемых машин и отдельных сборочных единиц. Применение численной оптимизации системы ограничений заключается в уходе от ручных методов, которые обычно сводятся к усреднению звеньев цепи или по величине допуска, или по значению квалитета. Допуск обоснованно перераспределяется из менее строгих размерных цепей или составляющих размеров в более ответственные цепи с трудно реализуемыми размерами.

Список литературы

1. *Ильицкий В.Б.* Модель обеспечения качества сборочных единиц на основе анализа размерных связей / В.Б. Ильицкий, Е.А. Польский, Д.М Филькин // СПРАВОЧНИК. Инженерный журнал. М.: Машиностроение, 2010. №4 (157). С. 51-56.
2. *Польский Е.А.* Технологическое обеспечение работоспособности узлов машин на основе анализа размерных параметров на этапах жизненного цикла с учетом их изменения в процессе эксплуатации / Е.А. Польский // Наукоемкие технологии в машиностроении // Ежемесячный научно-техн. производственный журнал. Изд. «Машиностроение», Москва. №2 (32). 2014. - 48 с. С. 38-48.
3. Инженерия поверхности деталей / Колл. авт.; под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение. 2008. – 320 с.: ил.
4. *Безъязычный В.Ф.* Метод подобия в технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2012. – 320 с.: ил.

Шилина Т.М., магистрант, e-mail: shilina.tatiana1993@yandex.ru;
Хандожко А.В., д.т.н., проф.;
Захаров Л.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Особенности разработки УП для оборудования на системе Mach3

Аннотация: Использование станков с числовым программным управлением очень актуально в наше время. Была поставлена задача – разработать станок с числовым программным управлением станка и создать управляющую программу в системе Mach3. Анализ рынка станочного оборудования показывает, что сегодня наряду с традиционными решениями появились станки другого уровня. Широкое использование алюминиевых профилей ограничивают возможности этих станков обработкой древесины, пластиков. Но они имеют ряд достоинств — низкую цену и модульную конструкцию. Такими станками можно оборудовать учебные классы учебных заведений в достаточном количестве при разумных затратах. Другое достоинство — модульность конструкции. Станки собирают из готовых модулей. Такой подход позволяет создавать станки при ограничениях производственных мощностей, квалифицированного рабочего персонала. Станок имеет три линейные координаты, включающие шарико-винтовую пару и шаговый двигатель, соединенный с винтом упругой муфтой. Линейные модули оснащены концевыми выключателями аварийного останова. Для привода главного движения выбран электрошпиндель с цанговым патроном, который питает специальный преобразователь. Так же станок оборудован специальной кнопкой-грибком, для аварийного выключения питания станка. Все модули подключены к многоканальному драйверу шагового двигателя. Силами студентов старших курсов, была достигнута цель проектирования и изготовления фрезерно-гравировального станка и решена задача по разработке управляющих программ. Работа над изучением управления станка продолжается.

Ключевые слова: числовое программное управление, станок, модульная конструкция, управляющая программа, фрезерование.

В наше время без станков с ЧПУ невозможно представить механическую обработку.

При анализе рынка станков и станочного оборудования можно сделать выводы о том, что наряду с профессиональными традиционными решениями появились станки абсолютно другого уровня. Однако возможности такого оборудования ограничено обработкой древесины и пластиков. Это обусловлено тем, что в конструкции станков широко используются алюминиевые профили. Но наряду с недостатками они имеют ряд достоинств – низкую цену и модульную конструкцию. При разумных затратах подобное оборудование возможно использовать в учебных заведениях в достаточном количестве. Значительно упрощает сбор таких станков то, что они состоят из готовых модулей, это немало важное достоинство. Ограничение производственных мощностей и ква-

лифицированного рабочего персонала позволяет с легкостью создавать такие станки и применять их в лабораториях вузов [1, 2].

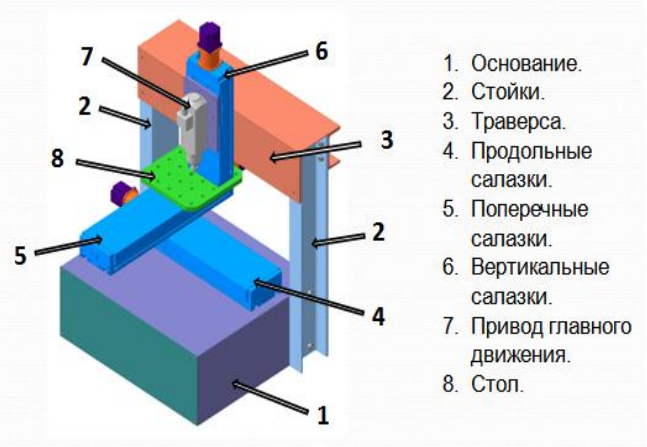


Рис. 1. 3*D* модель фрезерно-гравировального станка

Силами студентов старших курсов, была решена задача проектирования и изготовления гравировально-фрезерного станка. Так же учитывалась доступность комплектующих и приборов, инструментов, наличие необходимого оборудования и другого оснащения. Коллектив преподавателей и студентов кафедры справился с поставленной задачей, результат которой представлен на рис.1.

Станок создан для наглядной демонстрации принципов модульного построения металлорежущего оборудования, обучению разработке управляющих программ и работе на станке.

Задачей автора данной работы являлась разработка УП для оборудования на базе системы *Mach*3.

Изначально было принято решение использовать ПК вместо специального устройства с ЧПУ, так как требовалось создать именно бюджетную модель оборудования. Учитывая доступность и популярность из множества программ, мы остановились на пакете *Mach*3. С помощью программы возможно выполнение таких операций как: сверление, гравирование, фрезерная, лазерная обработка и др. Возможности нашего станка ограничены, так как его конструкция и имеющиеся модули не подразумевают подключения большого количества оборудования для сложной обработки. Станок имеет только 3 линейные координаты, поэтому он может выполнять только фрезерные и гравировальные операции [3].

Для работы в программе *Mach*3 требования для персонального компьютера должны быть: операционная система *Windows* 2000/*XP/Vista/Seven*, оперативная память ОЗУ 512Мб, видеокарта с памятью 64Мб, один параллельный *LPT*-порт.

Связь станка и ПК обеспечивает контроллер *PLCM-LPT*-2, который требует установки специального ПО. Архив с нужным файлом, а также руководство по подключению и настройке используемого оборудования можно скачать на сайте. После установки ПО, при запуске *Mach*3 появится возможность выбора режима работы: эмулятивный или рабочий. Режим эмуляции необходим для

работы в *Mach*3 отдельно от станка, даже при подключенном кабеле. Второй служит для непосредственного управления оборудованием.

После того как связь установлена, необходимо провести запуск подключенных шаговых двигателей. Для этого следует обратить внимание еще на ряд настроек, теперь уже непосредственно в программе *Mach*3. Для физического подключения шаговых двигателей необходимо отметить нужные оси в меню *Config/Ports and Pins/Motor Outputs*. Не менее важным этапом является настройка силовых характеристик двигателей: скорость и ускорение. Эти параметры должны обеспечивать плавный запуск двигателей, а также их дальнейшую работу без нехарактерных шумов и заеданий.

После подключения всех модулей и настройки необходимых параметров был проведен сначала частичный, а затем и полный запуск станка, с имеющейся УП. Важно отметить, что управляющая программа была заранее написана в текстовом редакторе «Блокнот» и сохранена на ПК. Она описывала обработку контура концевой фрезой.

Как и во многих других системах, *Mach*3 имеет возможность написания УП в режиме ручного ввода данных (MDI), а также загружать уже имеющуюся на ПК программу, написанную вручную (в текстовом редакторе «Блокнот») или с помощью пакета *CAD/CAM*. Имеющиеся ошибки в УП, на которые будет указывать программа, можно легко и быстро отредактировать. Для этого достаточно нажать кнопку *Edit G-Code*, на панели *Mach*3 и откроется текстовый редактор, с написанной программой. После внесенных изменений файл необходимо сохранить и закрыть.

Так же в программе *Mach*3 имеется специальный режим подпрограмм («*Wizard*»), которые помогают облегчать написание УП для стандартных типовых операций, таких как: зубонарезание, сверление с определенным шагом, фрезеровка пазов и шлицев, гравировка текста, обработка стандартных контуров, поверхностная обработка (выравнивание, плоское понижение) и многие другие. Необходимо только выбрать интересующую операцию, ввести нужные параметры для обработки и инструмента. Далее программа сама обработает данные, составит УП и загрузит ее в *Mach*3. Визуальную проверку траектории движения инструмента по заготовке можно увидеть на трехмерном экране. Важно отметить, как сообщалось ранее, конструкция нашего станка не подразумевает работу с рядом сложных обработок, поэтому мы изучаем особенности работы с узким кругом операций (гравировка текста, фрезерование пазов, обработка контуров) [4].

Изучение особенностей использования оборудования и написания УП на базе системы *Mach*3продолжается.

Список литературы

1. *Геращенкова Т.М.* Теоретические аспекты инновационно-инвестиционной деятельности / *Т.М. Геращенкова* // Инвестиция Сочинского государственного университета. 2013. №4-1 (27). С. 55-62.

2. *Геращенкова Т.М.* Управление знаниями в условиях иновационно-ориентированного развития / *Т.М. Геращенкова* // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. №5 (2012). С. 44-49.
3. Современные тенденции создания модульного оборудования / *Киричек А.В., Жирков А.А., Федонина С.О.* // Вестник Брянского государственного технического университета. 2015. №4 (48). С.100-107.
4. Модернизация систем управления металлорежущих станков с ЧПУ для расширения функциональных возможностей станков / *Петрешин Д.И., Федонин О.Н., Хандожко А.В., Прокофьев А.Н.* / Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. 2014. №3 (305). С. 148-153.

Шмат А. С., магистрант, e-mail: sasha.shmat@yandex.ru;
Хандожко А. В., д.т.н., профессор;
Захаров Л. А., к.т.н., доцент;
Щербаков А. Н., к.т.н., доцент;
Костюков М. В., магистрант

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Выбор компоновочного решения при проектировании фрезерно-гравировального станка

Аннотация: В статье рассмотрены обзор существующих компоновок фрезерно-гравировальных станков с ЧПУ, вопросы анализа по следующим критериям: размер рабочей зоны, жесткость, точность, металлоёмкость. На основе проведенного анализа предложено новое компоновочное решение, которое положено в основу проектируемого фрезерно-гравировального станка.

Ключевые слова: машиностроение, станкостроение, обработка материалов, фрезерование, гравирование.

В ходе работы с открытыми источниками информации были выявлены четыре основные компоновки фрезерно-гравировальных станков. Все эти варианты можно разделить по двум основным признакам: наличие-отсутствие портала и подвижность различных рабочих органов.

Портальный станок - станок, к основанию которого прикреплены две стойки или колонны, эти стойки жестко соединены балкой (порталом). Остальные станки – беспортальные. С точки зрения перемещения рабочих органов компоновки разделяются в зависимости от того, какие рабочие органы перемещаются, а какие статичны.

Рассмотрим и проанализируем существующие компоновки станков по ряду критериев [1, 2, 3].

1. Беспортальная компоновка с неподвижным столом.

Стол неподвижно закрепляется на основании станка, в то время как остальные органы станка перемещаются, обеспечивая необходимые рабочие

движения. Структурная формула компоновки $OXYZC_V$. Схема компоновки представлена на рисунке 1. На рисунке 2 представлена 3-*D* модель станка.

Такая компоновка, при прочих равных критериях, имеет малое рабочее поле, потому что увеличение рабочего поля ведет либо к увеличению габаритных размеров станка, либо к увеличению вылета режущего инструмента. В свою очередь это снижает жесткость станка, приводит к увеличению вибраций и снижению точности обработки. Затраты на металл довольно высокие, т.к. для перемещения в пространстве происходят на значительные расстояния, отдельные узлы станка изготавливают удлиненными. При этом такое исполнение имеет малую жесткость. При максимальном вылете инструмента велика вероятность появления вибраций, большая масса подвижных узлов и наличие зазоров в местах контактов могут давать погрешности при обработке. Следовательно, такая компоновка обладает относительно низкой точностью.

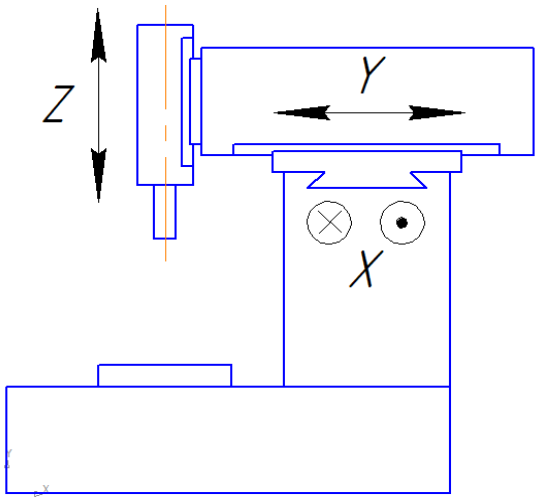


Рис. 1. Беспортальная компоновка станка с неподвижным столом

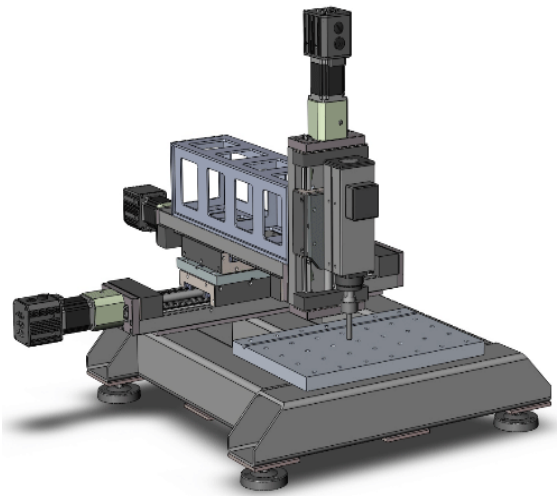


Рис. 2. 3-*D* модель фрезерно-гравировального станка беспортальной компоновки с неподвижным столом

2. Беспортальная компоновка с подвижным столом.

На основании станка закрепляется крестовый стол, который осуществляет перемещения по двум координатам – *X* и *Y*. Вертикальные салазки со шпиндельным узлом перемещаются по оси *Z*. Структурная формула компоновки $XYOZC_v$. Схема изображена на рисунке 3. На рисунке 4 представлен общий вид станка с такой компоновкой. [4] Такой вариант станка отличается высокой компактностью и относительно низкой металлоёмкостью, т.к. требуемая жесткость обеспечивается при малых габаритных размерах. Перемещения по осям *X* и *Y* осуществляет маленький стол, а не большие рабочие узлы, что положительно сказывается на общей жесткости станка.

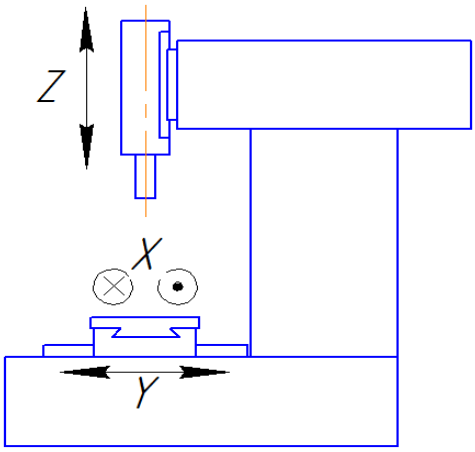


Рис. 3. Беспортальная компоновка станка с подвижным столом



Рис. 4. Общий вид фрезерно-гравировального станка беспортальной компоновки с подвижным столом

Беспортальные компоновки имеют доступ к рабочей зоне с трех сторон, что является несомненным плюсом при установке, снятии, выверке положения заготовки, а также при удалении стружки с поверхности рабочего стола станка.

3. Портальная компоновка станка с подвижным порталом.

На основании станка установлен неподвижный стол. К основанию крепятся две вертикальные стойки, которые передвигаются в продольном направлении. На горизонтальной балке (портале) смонтированы поперечные салазки со шпиндельным узлом. Наиболее удобно использовать такие компоновки при работе с листовым материалом. Структурная формула $OXYZC_v$. Схема компоновки представлена на рисунке 5, а общий вид станка изображен на рисунке 6 [5].

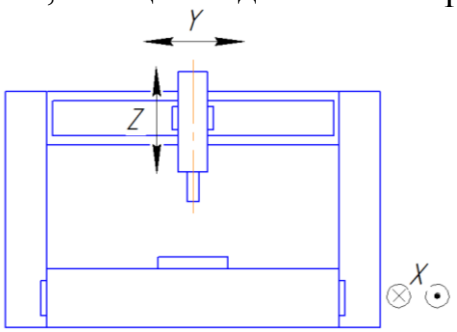


Рис. 5. Портальная компоновка станка с подвижным порталом



Рис. 6. Общий вид фрезерно-гравировального станка портальной компоновки с неподвижным столом

Портальные компоновки обладают наибольшим рабочим пространством. Благодаря наличию портала, располагающегося на двух стойках, получают большое рабочее поле заготовки. Представленная компоновка оснащается двумя стойками и по сравнению с одностоечными станками обладает большей жесткостью. Но из-за большой массы перемещающегося портала вероятность появления погрешностей остается достаточно высокой. С точки зрения металлоёмкости, такой тип станка наиболее затратный. Из-за наличия крупного основания, двух стоек и портала, на его изготовление потребуется большое количество материала. Возможность перемещения портала вместе со стойками требует повышенной жесткости и, как следствие, больших затрат.

4. Портальная компоновка станка с подвижным столом.

Отличается от предыдущей неподвижным порталом. Рабочие движения в продольном и поперечном направлении осуществляет рабочий стол. Структурная формула $XOYZC_v$. Схема компоновки изображена на рисунке 7, а общий вид станка – на рисунке 8 [6].

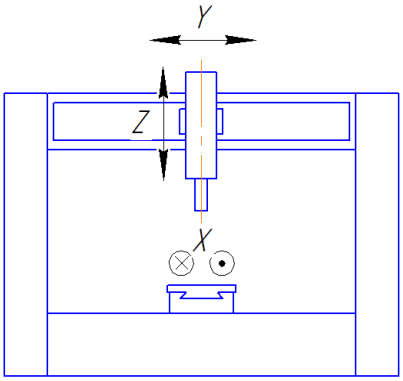


Рис. 7. Компоновка портальная с подвижным столом



Рис. 8. Общий вид фрезерно-гравировального станка портальной компоновки с подвижным столом

Благодаря наличию неподвижного, надежно закрепленного портала, такая компоновка обладает наибольшей жесткостью, а следовательно, и точностью. К отрицательным сторонам можно отнести большие затраты на материал.

Учитывая проведенный анализ и отличительные особенности каждого варианта, предлагается компоновка, которая представлена на рисунке 9. Структурная формула $XYOZC_v$.

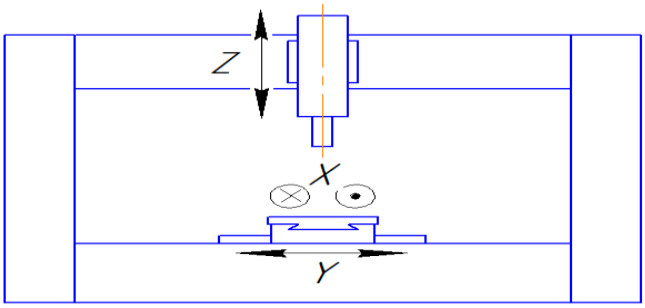


Рис. 9. Предлагаемая компоновка фрезерно-гравировального станка

Предлагаемая портальная компоновка с крестовым столом несмотря на большие затраты на материал, обладает наибольшей жесткостью и точностью. Также при такой компоновке облегчается процесс сборки и настройки станка. Этот вариант послужил основой для проектируемого оборудования. На разработанное компоновочное решение подана заявка на полезную модель.

Список литературы

1. *Врагов А.Ю.* Анализ компоновок металлорежущих станков: (Основы компонетики). – М.: Машиностроение, 1978. – 208с.
2. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник - учебник. В 3-х т. Т.1 / А.С. Проников [и др.]; под общ. ред. А.С. Проникова.– М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана: Машиностроение, 1994.– 444с.
3. Машиностроение. Энциклопедия: в 40 т. Т. IV-7. Металлорежущие станки и деревообрабатывающее оборудование / Б.И. Черпаков, О.И. Аверьянов, [и др.]; под общ. ред. Б.И. Черпакова. – М.: Машиностроение, 1999. – 863с.
4. Сайт компании «Технология» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://texnologia.ru/product/fg.html
5. Сайт компании «Volter» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.volter.com/rus/production/
6. Сайт компании «СК Роутер» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://cncrouter.ru/site/

Шпидько А.С., магистрант, e-mail: igblmrj@mail.ru ;
Польский Е.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Технологическое обеспечение требуемой точности механической обработки деталей из неметаллических и композитных материалов на основе определения весовых коэффициентов значимости отдельных элементарных погрешностей

Аннотация: В работе приводится методика разработка структуры автоматизированной подсистемы проектирования технологических процессов на основе метода генерации технологических процессов для условий современного производства.

Ключевые слова: генеративный метод проектирования технологического процесса, параметры качества поверхностного слоя, эксплуатационные свойства.

Технологическая подготовка в современных условиях, не может осуществляется без использования средств автоматизации и система автоматизированного производства (*CAD/CAM/CAE* систем). Однако отдельное использование этих средств не дает желаемого результата, а иногда и создает еще и дополнительные препятствия. Поэтому в настоящее время вопросы технологиче-

ской подготовки могут быть решены на качественно новом уровне с использованием интегрированных САПР. Применение этих систем неразрывно связано с *CALS* – современными информационными технологиями для информационной интеграции процессов, выполняющихся в ходе всего жизненного цикла продукции и ее компонентов. В основе *CALS* лежит использование комплекса единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации, и ее корректная интерпретация на всех этапах жизненного цикла изделия, в том числе на этапе технической подготовки его производства [1, 3, 4].

В настоящее время при реализации этапов модернизации высокотехнологичных установок особенно актуальным становится вопрос по обеспечению требуемых параметров точности и качества поверхностей для повышения надежности достижения эксплуатационных характеристик сопрягаемых поверхностей. Для неметаллических и композитных материалов не достаточно информации для прогнозирования получаемых параметров, что может быть компенсировано при внедрении аппаратного комплекса по управлению процессом обработки на основе комплексного анализа отдельных элементарных составляющих суммарной погрешности обработки.

Решение задач проектирования зависит от большого числа факторов, связанных со служебным назначением изделия, его конструкторско-технологическими параметрами и состоянием производства. Разработка технологического процесса в современных условиях сопровождается обработкой большого количества информации. Широкие возможности современного оборудования и инструмента требуют от технолога их правильного, рационального применения этих возможностей. При этом технологу необходимо сочетать возможности современного оборудования и инструмента. Задача усложняется временным фактором.

В таких условиях необходимо иметь возможность быстрого анализа и выбора всей необходимой информации для проектирования. На первых этапах проектирования (анализ исходных данных, определение типа и организационной формы производства, выбор вида исходной заготовки и метода её получения) технолог, руководствуясь своим опытом и несложными расчетами, принимает соответствующее решение. Одним из наиболее трудоемких этапов в разработке технологического процесса является анализ, сравнение и выбор схем обработки конструкторско-технологических элементов детали. Именно на данном этапе технолог сталкивается с большим объемом потока информации об оборудовании, инструменте и т.д.

Определяющую роль в формировании кинематической структуры станка играют движения формообразования, установочные (врезания) и деления.

Любое исполнительное движение в станке можно охарактеризовать пятью пространственными параметрами: траекторией, скоростью, направлением, путем и исходной точкой. Наиболее важными параметрами любого движения являются траектория и скорость.

Анализ различных компоновок многофункциональных станков показал, что в общем случае производители станков, используя модульный принцип по-

строения станка, могут предложить множество его различных компоновок. Несмотря на это, важно отметить, что в данной работе важным является не физическая компоновка станка, а его теоретическая компоновка, т.е. наличие тех или иных составных частей станка и соответствующих им движений. На рис. 1 представлена схема представления движений современных станков и движений этих станков, применяемая в дальнейшем в данной работе [2].

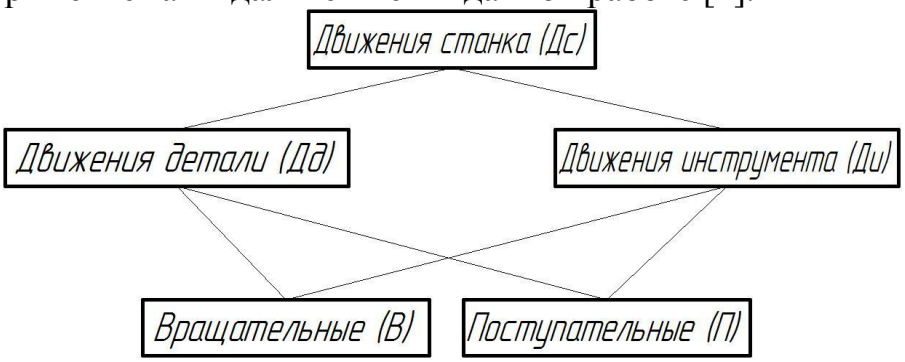


Рис. 1. Схема представления движений многофункциональных станков

Представленная ниже концепция КТМ была разработана на основе трудов ученых внесших большой вклад в развитие общей конструкторско-технологической модели подготовки производства, многие из которых уже упоминались в данной работе. Разработанная КТМ, является небольшой частью общей КТМ, и описывает связь между геометрией деталей машин и кинематикой движений станка.

В отличие от обобщенной КТМ, в данном определении отсутствуют основные технологические базы, предполагается, что их определение является одной из функций САПР ТП. Кроме того, используется единственный уровень расчленения детали.

В свою очередь любой КТЭ состоит из геометрических элементов. Набор элементов, составляющих КТЭ, унифицирован, и не зависит от форматов обмена информацией в САПР, используемым для представления геометрической модели детали на выходе САПР конструкторского назначения [2, 3].

При определении нечетких параметров КТЭ, эксперты должны указать нечеткие интервалы или значения, в которых, по их мнению, может находиться тот или иной параметр. На основании этих данных необходимо построить функции принадлежности, которые определяют принадлежность объекта тому или иному типу по каждому параметру. Наличие известных функций принадлежности позволяет производить математическую обработку нечетких суждений, высказанных экспертами. Анализ литературы показывает, что наиболее подходящим, в данном случае, является метод, который сводится к отысканию параметров заданной (экспоненциальной) функции, на основании результатов экспертного опроса, которая отвечает естественным свойствам функций принадлежности – наличие одного максимума и гладкие затухающие до нуля фронты.

В результате анализа проблемы и проведенных в работе исследований по автоматизации технологического обеспечения, требуемой точности и качества поверхности деталей машин на основе метода генерации технологических процессов была разработана структура автоматизированной подсистемы, реализующая основные принципы в проектировании технологических процессов в современных условиях.

Список литературы

1. *Ильицкий В.Б.* Модель обеспечения качества сборочных единиц на основе анализа размерных связей / В.Б. Ильицкий, Е.А. Польский, Д.М Филькин // СПРАВОЧНИК. Инженерный журнал. М.: Машиностроение, 2010. №4 (157). С. 51-56.
2. *Польский Е.А.* Технологическое обеспечение работоспособности узлов машин на основе анализа размерных параметров на этапах жизненного цикла с учетом их изменения в процессе эксплуатации / Е.А. Польский // Наукоемкие технологии в машиностроении // Ежемесячный научно-технический производственный журнал. Изд. «Машиностроение», Москва. №2 (32). 2014. - 48 с. С. 38-48.
3. *Польский Е.А.* Модель комплексного анализа размерных связей для обеспечения точности сборочных соединений / Е.А. Польский, Д.М Филькин // Известия ОрелГТУ. Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии». ОрелГТУ, Орел. 2009. №5/277 (576). С. 59-66.
4. Инженерия поверхности деталей / Колл. авт.; под ред. А.Г. Суслова. М.: Машиностроение. 2008. – 320 с.: ил.

Шуклин И.В., студент, e-mail: iluha-shuklin@mail.ru;
Закиров М.Ф., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка малогабаритного цепного скалывателя для удаления льда и уплотненного снега

Аннотация: В статье рассматриваются особенности зимнего содержания придомовых территорий и тротуаров. Очистка проезжей части и тротуаров существенно отличаются, а снегоуборочная техника на базе колесного трактора или грузового автомобиля не всегда может быть использована для проведения соответствующих работ. Представлен обзор существующего скалывающе-рыхлительного оборудования для удаления льда и уплотненного снега с поверхности дорог и тротуаров. Предложена конструкция малогабаритного цепного скалывателя на базе мотоблока. Определены затраты мощности на работу скалывателя.

Ключевые слова: скалыватель, лёд, снег, придомовая территория, тротуар, мотоблок, мощность.

Увеличение объёмов жилищного строительства и компактности застройки современных городов требует значительного расширения и усовершенствования коммунальных служб по содержанию придомовых территорий, тротуаров и небольших площадей особенно в зимний период. Пристальное внимание стоит уделять территориям, прилегающим к многоэтажным жилым домам, общественным зданиям и учреждениям, остановкам общественного транспорта и т.п., где интенсивность движения пешеходов и транспортных средств достаточно велика. Работы по зимнему содержанию заключаются в уборке снега с дорог и тротуаров и борьбе с зимней скользкостью. Своевременная и регулярная очистка дорожной поверхности от снега обеспечивает бесперебойное и безопасное движение пешеходов и транспортных средств.

Работы по зимнему содержанию тротуаров, внутриквартальных проездов, придомовых и других территорий в стесненных условиях в основном проводятся дворниками вручную. Периодичность выполнения зимних уборочных работ по очистке тротуаров во время снегопада зависит от класса тротуара, но даже самая опытная бригада дворников с лопатами и скребками при обильных снегопадах не укладывается в установленные сроки. Механизированная очистка тротуаров шириной более 3,5 м, а также внутриквартальных проездов и дворов выполняется, как правило, машинами, предназначенными для проезжей части улиц при удовлетворительной несущей способности покрытий [1]. На практике, ширина тротуаров в придомовых территориях составляет 1,5-2 м, а припаркованные во дворах автомобили жильцов многоквартирных домов зачастую не позволяют проехать снегоуборочной технике. Интенсивное движение пешеходов и транспортных средств во время и после снегопада приводит к быстрому уплотнению снега с образованием снежно-ледяных накатов или льда. Трудоемкость удаления льда и уплотненного снега увеличивается в несколько раз по сравнению с очисткой поверхности от свежевыпавшего снега [2].

Для удаления льда и уплотненного снега используется скалывающе-рыхлительное оборудование в виде навесного рабочего органа, устанавливаемого на базовое шасси колесного трактора или грузового автомобиля. По типу воздействия на снежно-ледяной слой различают рабочие органы пассивного и активного принципа действия. Пассивный рабочий орган в виде металлического барабана с шипами (рис. 1, а) или гребенчатый нож бульдозерного типа разбивают лёд или уплотненный снег при поступательном движении скалывателя, оставляя после себя шероховатую поверхность. Также применяется скрепер в виде навесного оборудования с диском для мини-погрузчиков (рис. 1, б), отделяющий снежную или ледяную корку за счет бортового поворота шасси.



а) б)

Рис. 1. Скалыватель льда:
а) с металлическим барабаном; б) скрепер с диском

В качестве активных рабочих органов применяется навесное оборудование фрезерного типа (рис. 2, а), а также вибрационные скалыватели льда (рис. 2, б).



а) б)

Рис. 2. Скалыватель льда:
а) фрезерный; б) вибрационный

Основными недостатками перечисленного скалывающе-рыхлительного оборудования являются большие габариты и масса, а также вероятность повреждения дорожного покрытия или неполное очищение поверхности. Ограниченная маневренность таких машин существенно сужает область их применения в стесненных условиях. Повышение эффективности работ по удалению льда и уплотненного снега на тротуарах и придомовых территориях возможно за счет механизации этих работ при помощи малогабаритных скалывателей льда. Рациональное использование машин и оборудования способствует сокращению затрат ручного труда, повышению его производительности и улучшению качества выполняемых работ.

Рабочий орган цепного скалывателя представляет собой горизонтальный приводной вал, на котором равномерно установлено десять дисков, к каждому из которых закреплено по четыре звена ударной цепи (рис. 3). Звенья цепи соседних дисков расположены с угловым смещением на 45°. На свободном конце цепи, заканчивающейся вилкой, шарнирно крепится ударник. Кожух рабочего органа опирается на две регулируемые по высоте опоры с лыжами и подрамник

мотоблока. Привод вала с ударниками для разрушения снежно-ледяных образований осуществляется от ДВС мотоблока при помощи конической зубчатой передачи и клиноременной передачи.

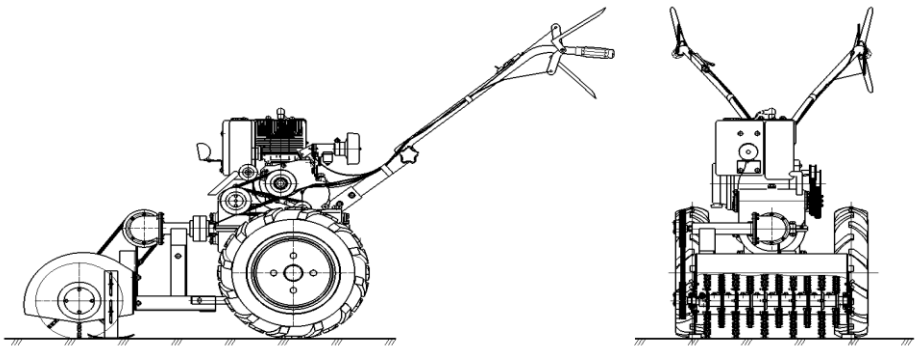


Рис. 3. Малогабаритный цепной скалыватель льда

В процессе работы скалывателя имеют место следующие сопротивления:

1) сопротивления, возникающие при разрушении слоя льда и уплотненного снега скалывателем;

2) сопротивление перемещению самоходной машины, на которой смонтирован скалыватель.

Мощность (кВт), необходимая для работы цепного скалывателя, может быть определена:

$$N = N_1 + N_2, \tag{1}$$

где: N_1 – затраты мощности на привод рабочего органа скалывателя, кВт;

N_2 – затраты мощности на передвижение скалывателя, кВт.

Мощность, необходимая для привода цепного скалывателя:

$$N_1 = \frac{N_p}{\eta_1}, \tag{2}$$

где: N_p – затраты мощности на разрушение материала, кВт;

η_1 – КПД привода рабочего органа.

Несколько завышенное значение N_p может быть приближенно определено по эмпирической формуле, используемой для определения мощности привода молотковой дробилки [3]:

$$N_p = 0{,}15 \cdot n \cdot D^2 \cdot B,$$

где: n – частота вращения ударников, об/мин;

D – внешний диаметр рабочего органа, м;

B – ширина захвата рабочего органа, м.

Мощность, затрачиваемая на передвижение скалывателя, определяется выражением [4]:

$$N_2 = \frac{(G_a + G_o) \cdot g \cdot (f + i) \cdot v}{1000 \cdot \eta_2}, \quad (3)$$

где: G_a – масса мотоблока, кг;

G_o – масса скалывающе-рыхлительного оборудования, кг;

f – коэффициент сопротивления передвижению;

i – максимальный уклон дороги;

v – рабочая скорость передвижения скалывателя, м/с;

η_2 – КПД механизма передвижения мотоблока.

По конструктивным соображениям и рекомендациям [4,5] были приняты следующие значения: G_a=100 кг; G_o=30 кг; v=1,1 м/с; n=300 об/мин; D=0,3 м; B=0,6 м; η_1=0,85; η_2=0,8; f=0,03; i=0,015. По формулам (2,3) были произведены расчеты мощностей, которые равняются N_1=2,86 кВт и N_2=0,08 кВт. Таким образом, общая мощность необходимая для работы цепного скалывателя (1) составит N=2,94 кВт. Среднее значение мощности двигателя существующих мотоблоков составляет около 5 кВт, что позволит использовать их в качестве базового шасси для скалывающе-рыхлительного оборудования.

Список литературы

1. Правила и нормы технической эксплуатации жилищного фонда: URL: http://base.garant.ru/12132859/ (дата обращения: 28.03.2016).
2. *Закиров М.Ф., Субботина А.С., Баранчик В.П.* Требования к оборудованию для зимнего содержания тротуаров и дворовых территорий // Интерстройтех – 2007: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Самара: Самарск. гос. арх.-строит. ун-т, 2007. – С. 242-245.
3. *Барабашкин В.П.* Молотковые и роторные дробилки. – М: Недра, 1973. – 142 с.
4. *Доценко А.И.* Коммунальные машины и оборудование: Учеб. пособие для вузов. – М.: Архитектура-С, 2005. – 344 с.
5. Дорожно-строительные машины и комплексы: Учеб. для вузов / Под ред. В.И. Баловнева. – Москва-Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. – 528 с.

Раздел 2. Мехатроника, робототехника и автоматизация

Содержание

Bako B., Božek P. Case study of operation scheduling and conceptual planning in a manufacturing company 139
Turygin A.,Veselkov V., Zhalo M., Hammer M., Jankovych R. Contribution to diagnostics of asynchronous motors 144
Арсланова М.Л., Абрамов И.В. Оценка влияния конструктивных факторов изготовления ТВГ на его резонансную частоту методом планирования эксперимента..... 155
Башарова А.А., Щенятский А.В. Планирование эксперимента для чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа 159
Главачик М., Штоллманн В. Диагностика и возобновление гидравлических масел 164
Демин Д.Д., Трефилов С.А. Мехатронный гироскопический стабилизатор угловых вибраций..... 170
Исупов М.А., Трефилов С.А. Математическая модель линейного актуатора 173
Дугас Л., Штоллманн В. Предложение пассивной магнитной несущей системы маховика..... 177
Клековкин А.В., Калинкин А.А. Разработка модели безвинтового подводного робота..... 182
Котельников М.А., Щенятский А.В. Анализ стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа 189
Кривов А.В., Абрамов И.В. Современное состояние проблемы балансировки резонаторов твердотельного волнового гироскопа..... 195
Лещев Е.В., Трефилов С.А. Координирование в пространстве летательного аппарата методом ультразвуковой ориентации..... 200
Матлахов В.П., Мороз И.Р., Рыжиченко А.И., Степанов А.В. Разработка роботизированной человекоподобной руки под управлением *Arduino* 207
Плехов М.О. Постановка задачи проектирования мобильного робота для уничтожения взрывчатых веществ 211
Река Н.Г., Коуров Г.Н., Лютов А.Г. Модель измерителя выходной координаты системы автоматического регулирования температуры в зоне резания металла 215
Сайтаев Д.В., Столов А.А. Методика экспериментального определения времени удаления облоя поковок гаечных ключей 222
Салама Б. Экспериментальная установка для исследования регулятора избыточного объема масла при гидропрессовой сборке..... 227
Соснин Н.А., Зубкова Ю.В. Разработка роботизированной платформы на независимом гусеничном ходу..... 231

Старкова И.В., *Абрамов А.И.* Поиск траектории движения мобильного робота-гида 235
Степанов П.И., Закураев В.В. Определение связи механических и электрических диагностических параметров приводного оборудования 238
Филонина Е.А., Лютов А.Г., Ильин А.Н. Управление жизненным циклом свечей зажигания с целью повышения качества 245
Чураков К.В., Никитин Ю.Р. Научно технические аспекты способов повышения надёжности упругого подвеса акселерометра 250

УДК 004.8(045)

Раздел 2. Мехатроника, робототехника и автоматизация

Bako[1] *B.*, PhD. Student, e-mail: branislav.bako@stuba.sk;
Božek[1]*P.*, Associate Professor, e-mail: pavol.bozek@stuba.sk

[1] Institute of Applied Informatics, Automation and Mathematics, Slovak University of Technology, Hajdóczyho 1, 917 24 Trnava, Slovakia

Case study of operation scheduling and conceptual planning in a manufacturing company

Annotation: This paper deals with a real case study in the automotive industry. The study is oriented on a complex description of a digital factory concept. The description is based on the implementation of various applications dedicated to the creation of a digital factory and improving its manufacturing processes from planning to production. The mentioned applications are used for line design, process planning, process simulation, robot simulation, BodyInWhite, welding points, worker motion study, ergonomics, logistics and material flow simulation. The result is a practical example of the application of digital factory in a production environment. This case study solves problems with the identification of bottlenecks, optimizing of solutions, supporting ramp up, optimization of production sequence, lot sizes and resource planning (workers, machines utilizations).

Keywords: manufacturing simulation, optimization, Tecnomatix Plant simulation, Digital Factory, Process Designer.

Introduction

Manufacturing operations play a decisive role in the grow and profitability of a company. Without production facilities, which would be working at peak efficiency, business goals and competitive advantage cannot be achieved, no matter how effective a company is at developing innovative products. From the board room to the shop floor, world-class manufacturers are capitalizing on their entire product lifecycle value chain and gaining competitive advantage by:

• Enhancing the visibility of process innovation across their enterprise.

• Increasing velocity to market by leveraging engineering assets in synchronization with manufacturing deliverables.

• Capitalizing on emerging market opportunities with proven production flexibility.

• Driving sustainable profitability through the continuous optimization of manufacturing resources and capital investments.

• Reducing the cost and potential risk of noncompliance.

• Leading manufacturers leverage digital manufacturing in their product lifecycle, because they know that the economic success of innovative product designs hinges on the performance of their manufacturing operations. Digital Factory with

Tecnomatix (TCX) Plant Design and Optimization enables manufacturers to create factory models faster and ensure that they are operating at peak efficiency, before production ramp-up. By enabling engineers to visualize the outcome of their factory plans in virtual plants, a company can minimize resources otherwise wasted fixing problems in real plants.

1. Digital body line

Welding process – robot simulation

The automotive industry utilizes spot-welding as the most common method of joining metal sheets. This method uses high pressure and current to melt two sheets at their point of contact, such that when the melted areas harden they are fused together.

The process historically used for spot-welding on a mass-production basis was hard automation, in which many points are welded together at one time. This method is rapid, but suffers from the disadvantage of being extremely inflexible: model changes require extensive and expensive rebuilding of manufacturing machinery, thereby encouraging manufacturers to continue producing obsolete models to the detriment of their ability to compete. The introduction of robotic spot welding, to which this document applies, has brought a new level of flexibility to manufacturing. This process spot-welds points one at a time, using either a general purpose or a specially built robot which carries a welding gun constructed from a variety of mechanical, electrical and hydraulic components. The points to be spot-welded usually have diameters of 68 mm, are spaced 10 400 mm apart, and should be located a few millimeters or more away from the edges of the metal sheets. Spot welding guns usually have three states: fully open, half open, and closed. One arm usually is movable and the other arm is either fixed or has a very limited range of movement.

The next stage, frequently performed by the same department, is designing the robotic lines; this operation includes:

- assigning welding points to each robot
- assigning a welding gun and shanks to each robot
- assigning the order of welding the points and the order of the robots
- placing the robots and the workpieces relative to each other

All of these steps are intended to be performed on the Process Designer and the Process Simulate Spot of TCX package.

2. Process Designer

Process Designer integrates 3D product data, working operations and resources. Production planners are able to load robotic cells created in the application RobCAD. These cells are included into Process Designer to complete a welding line. After loading of robotic cells, the resources are connected together. In term resources stands for different type of robots according to a type of weld process or welding equipment (fixtures, turn tables, fences, protective circuits, workers conveyors [5]). Figure 1. shows a welding cell created in the simulation program Process Designer.

Creating of working operations. Production planners describe welding and material handling processes into operations and sub-operations with logical sequence. Next step of planner work is to create connectivity between them and fill in operation

properties like costs, times, product parts, resources. Time of operations can by visualized by a GANT chart. Demonstration of logical dependencies and their connectivity is shown in a PERT chart.

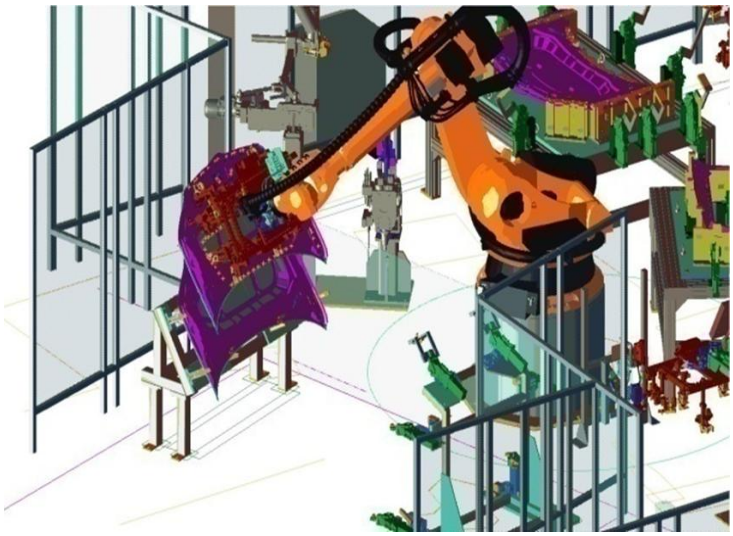


Figure 1. Welding cell of rear door body

Connectivity between operations, resources, connect data and products are documented in an xml.file. All this components create eBOP (electronic Bill Of Process). eBOP is a basic element for process planning in Process Designer. eBOP can be imported from Process Designer (next only PD) into Process Simulate(next only PS). PS is virtual environment for verification and validation of designed process. Process Designer shows its layout, which consists of three sections. Section on the right contains a resource, 3D environment of the designed line is placed in the middle section and on the left is a GANT chart of operations.

3. Process Simulate Spot

The entire design process may require several hours average time per welding point. Despite the time required, the design is prone to errors and still leaves much work for the implementation stage, resulting in a further waste of time and money. The final design then falls short of optimum [1].

The principle of off-line programming is collecting of positions and angles of a robot joint and dynamic testing. Programme of the robot contains the sequence of positions with relevant instructions. Process Simulate Spot uses inverse kinematics to determine the joint values needed to reach a given target location. Process Simulate Spot program consists of a path, which includes target locations (position and orientation) with associated attributes [4]. With this definition of a program, the process in Process Simulate Spot is independent of the robot and the tool. Simulate Spot program can be downloaded into a robotic arm and used to control it.

4. Process Simulate Human

Process Simulate is also oriented to plan human operations. Ergonomically analyze motion posture according NIOSH, OWAS, BSHA tests, analyze statical

power and create lumbar back tension reports. Figure 2. shows an application of Process Simulate Human.

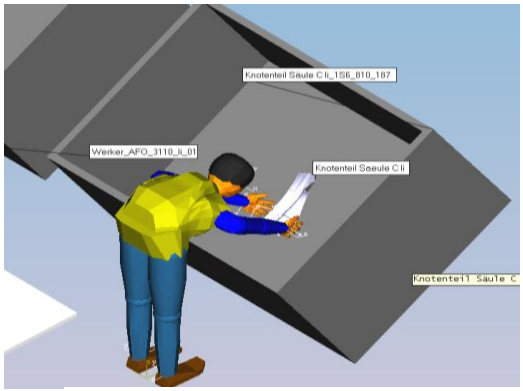


Figure 2. Printscreen Process Simulate Human

After validation and verification of designed workplace, planner overwrite current status from PS back to PD for establishing final version. Next step is verification of required production performance using throughput analysis. This step is carried out using material flow simulation in simulation environment Plant Simulation of TCX.

5. Plant Simulation

Tecnomatix Plant Simulation allows for creating a dynamic computer model of a complex system (e.g. production) to explore its characteristics and optimize the performance of the system. The computer model enables the user to run experiments and what-if scenarios without disturbing any existing production or long before the real system is installed. Layout of the plant can be seen in the Figure 3.

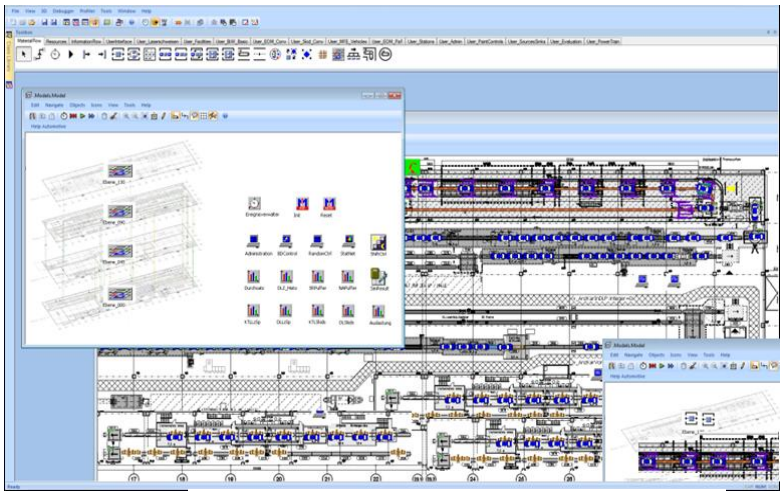


Figure 3. Plant Simulation model of a real plant

Using of Plant Simulation has these benefits:

- Detection and elimination of problems that would otherwise have required costly and time consuming correction measures during commissioning.
- Minimization of investment without jeopardizing the required output.

• Optimization and creation of robust complex systems with many parameters.

Material flow simulation is the last step for testing of designed line. Factory plant managers, not only in Slovakia, would greatly benefit from a complete digitalization of whole production plant with model concept designed to test new production programs. Model of this case study covers production processes from the beginning of body hall to final quality check operations of a produced car. The level of detail of this model is on the level of a production operation.

Application of Digital Factory has these benefits:

• Decision making about production facility and taking into account delivery concepts.

• Layout analysis of the planned system, optimization of routing/control strategies, calculating required capacities, designing transport systems.

• Order acceptance/scheduling, fix delivery date, and plan required resources.

• Operational management: optimizing lot sizes and sequences on a daily basis; monitoring and exception handling: optimal reaction to incidents (lack of resources, failures, etc.).

• Take a decision about the design of your production system.

• Showing your customers how your system will work in reality during the sales process.

Conclusion

Implementing of material flow simulation with Plant Simulation into planning processes is the first example of a successful implementation of digital factory in Slovakia. The process of implementation delivers new methods to maintain factory processes starting from the planning, manufacturing, logistics, up to the expedition level by process digitalization. The biggest benefits of a digital factory can be seen mainly as: detection and elimination of problems that would have otherwise required costly and time consuming correction measures during commissioning; minimization of investments without jeopardizing the required output; optimization and creation of robust complex systems with many parameters; predictive detection of bottlenecks, graphical representation of statistical production process information, improvement of labor ergonomics in various processes during production, optimization of welding processes etc.

The result of this successful implementation is a positive decision of top management of the given production plant to update this large model in near future to be able to with aim to permanently testing of new production programme. The model consist of 15000 statical elements.

Acknowledgement

Európska únia
Európsky fond regionálneho rozvoja

This publication has been produced with the financial support of Scientific Grant Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of the Slovak Republic - VEGA 1/0931/13.

Operačný program VÝSKUM a VÝVOJ

This publication is the result of implementation of the project : «UNIVERSITY SCIENTIFIC PARK: CAMPUS MTF STU CAMBO» (ITMS: 26220220179) supported by the Research & Development Operational Program funded by the EFRR.

References

1. *Wang Z.* Off-line programming of Spot-Weld Robot for Car-Body in White Based on Robcad, International Conference on Mechatronics and Automation, China (2007).
2. *Pires J.N.* Industrial Robots Programming: Building Applications for the Factories of the Future, Springer (2007).
3. *Lavalle S.M.* Planning Algorithms, Cambridge University Press (2006), viewed January 6 2012, http://planning.cs.uiuc.edu/.
4. *Abramov I., Nikitin Y.R.* Analysis of dynamic characteristics of the rotors drive a modified method of initial parameters / Reports of the international workshop on dynamic analysis and strength drive systems «Analysis of dynamic characteristics and power drive systems» (1993; Svratka, Czech Republic). - Svratka,1993. -S.6-9.
5. *Leonardo da Vinci Programme, Automation and robotic technology, SjF Košice (2011), viewed January 15 2012, http://www.sjf.tuke.sk/vitralab/files/vystupy/prirucka_cz_final.pdf*

Turygin A., Mgr., turygin.andrey@gmail.com;
Veselkov V., Mgr., veselkov.v@gmail.com;
Zhalo M., Mgr., zhalo.max@gmail.com;
Hammer M., doc. Ing., CSc., hammer@fme.vutbr.cz;
Jankovych R., doc. Ing., CSc., jankovych@fme.vutbr.cz

Brno University of Technology,
Faculty of Mechanical Engineering
Institute of Production Machines, Systems and Robotics
Department of Quality, Reliability and Safety

Contribution to diagnostics of asynchronous motors

Abstract: Asynchronous motors are a frequent power member of electric drives. In engineering practice their reliability is important. Although the available literature indicates a high reliability of these machines, in many applications reliability needs to be monitored and evaluated. A significant role in this process occupies technical diagnostics. Engineering practice knows a considerable amount of diagnostic methods; for our purposes, the important ones are the following: vibration and noise diagnostics, thermodiagnostics, electrodiagnostics, etc. The results of diagnostics can be evaluated in different ways; the present paper demonstrates the use of fuzzy expert systems, in particular it deals with a partial problem related to the application of vibration diagnostics. Based on the

measurement of values of vibrations of the experimental stand, its fault has been clearly identified.

Keywords: Diagnostics, asynchronous motor, electric drive, expert system, fuzzy expert system, fuzzy subsystem, angular misalignment.

1. Introduction

Asynchronous motors are the most widely used machines in engineering practice as a drive unit e.g. for pumps, fans, compressors, cranes, elevators, machine tools, transportation equipment or aviation. Therefore, monitoring or possible increasing the reliability of asynchronous motors is an important technical issue.

The available literature describes asynchronous motors as quality, highly reliable technical systems. However, on the other hand, these issues are also subjected to extensive debates, especially in connection with deployment of the above mentioned machines in severe environments (e.g. belt conveyor drives for transporting coal and tailings) or in plants with high demands on reliability (aviation, rail and city traffic) where the elimination of drive operation can have considerable secondary consequences.

Figure 1 shows one of the examples of the use of asynchronous motors in industrial practice.

When discussing the quality of engineering systems, it is important to know what the concept of quality means. The quality is characterized by a degree of compliance of the requirements and a set of inherent features; these are e.g. functional, safety, environmental, ergonomic and also reliability features. For our case, particularly important features are those of reliability, which is a subject of scientific discipline called reliability.

Reliability in a broad sense is understood as the stability of the utility properties of the object over the specified time and under specified conditions of use. In individual cases it is expressed by «sub-properties» such as durability, storability, reliability, maintainability, maintenance assurance, repair ability, diagnostics, and possibly also safety.



Figure 1. The use of asynchronous motors in belt conveyor [8]

This article is devoted to diagnostics. Diagnosing the fault condition is a set of operations carried out for the purpose of fault detection, localization of defective part

and identification of fault; it is an identification of current state of the monitored object.

Using of diagnostics increases the system reliability. The technical diagnostics is based on non-destructive and non-dismantling methods and uses the symptoms of faults, i.e. a change of output parameters of diagnosed objects and accompanying variables. A combination of the output values constitutes a fault symptom [3].

Currently, the issues of diagnostics are often very complex, not only as for the choice of suitable diagnostic methods, tools, etc. Moreover, it is not any more sufficient when evaluating the application results, e.g. of mathematical statistics, or other similar methods. A choice of new procedures is coming to the forefront. One of them is the use of artificial intelligence, such as artificial neural networks, fuzzy logic and expert systems [6].

2. Use of fuzzy set theory in engineering diagnostics

In engineering diagnostics, it is usually not always possible to unambiguously determine the exact boundary between the fault and operable condition. If we diagnose a more complex object, there is no clear mutual visualisation between diagnostic variables, classes of faults and corresponding diagnoses. Classes of faults can overlap when the same values of diagnostic variables correspond to different diagnoses. In this case, the theory of fuzzy sets can be used to determine the technical condition of diagnosed object [3].

In practice, fuzzy sets have become the most common way of formalizing the uncertainty of natural language words. In the case of complex diagnosed subjects with a plenty of diagnosed parameters for which it is not possible to accurately determine their interrelations, using the fuzzy theory is necessary [4].

For complex multiparametric diagnostics, the use of fuzzy expert systems is appropriate.

Generally, expert systems are computer programs simulating decision-making activities of an expert in solving complex tasks using appropriately coded, explicitly expressed special knowledge, taken from an expert, in order to achieve a quality of decision-making at the expert level in the chosen problem area.

This article addresses only the issues of a fuzzy subsystem as part of a fuzzy expert system as shown in Figure 2. This is used for actual diagnostics, i.e. a module of actual diagnostics is developed.

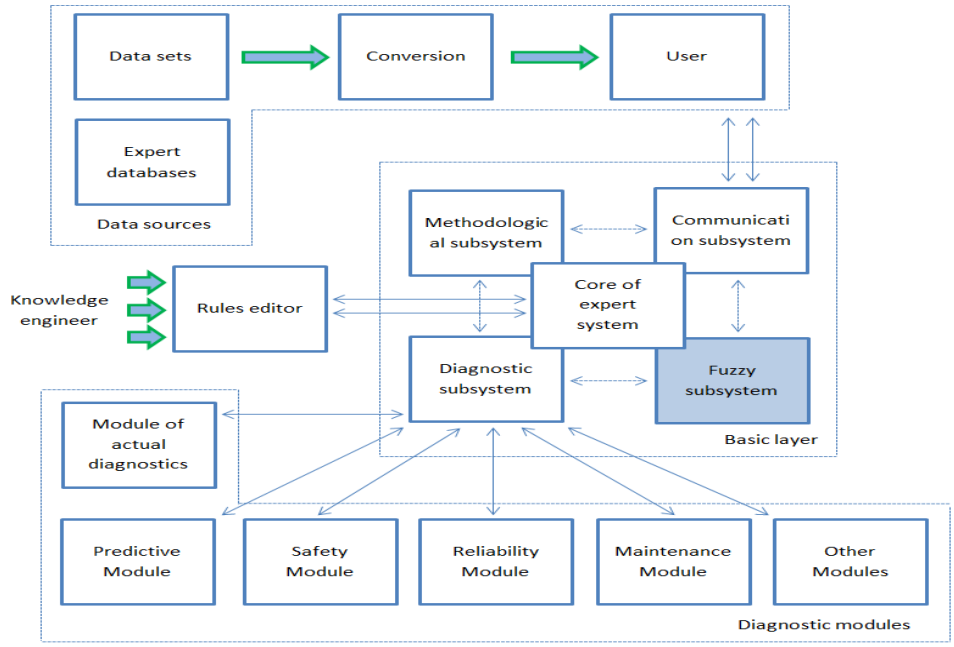


Figure 2. Block diagram of fuzzy expert system

The article uses the fuzzy subsystem, which is composed of blocks of according to Figure 3; these are briefly described below.

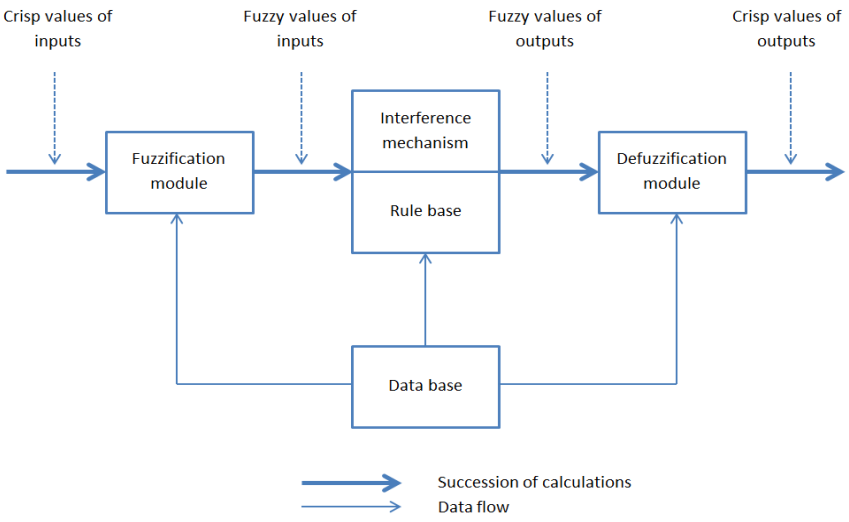


Figure 3. Block diagram of fuzzy subsystem [1]

A fuzzification module provides a conversion of crisp values to fuzzy set. It is a conversion of the input data loaded with uncertainties into fuzzy sets defined by specific features of membership. For specification of fuzzy set, it is necessary to determine its membership function. If it is possible to somehow quantify the values of quantities expressed verbally, it is necessary, as the first step, to transform the specific values into the so-called normalized form (i.e. the closed interval 0-1). The next step is then to assign each crisp value with a degree of membership into one or more fuzzy sets, which correspond to the basic terms. Here it is necessary to completely cover the entire normalised universe with standardized carriers of selected

individual fuzzy sets. It is followed by determination of specifically used membership functions

The role of inference mechanism is to gradually evaluate all rules and aggregate their results into a single fuzzy set. For the given fuzzy facts, the assumptions of fuzzy rules of the system, which best correspond to these facts, are searched for and the implications of these facts are derived in the form of fuzzy sets. Generally, the results of inference operation are several fuzzy sets, which represent fuzzy sets of implications of used rules.

A rule base and data base are collectively referred to as the knowledge base of fuzzy system. The data base contains the data on fuzzy sets of all variables in the system. The rule base contains all the rules of the fuzzy system.

The role of defuzzification module is to obtain a crisp value from the given fuzzy set. This is a conversion of the result of decision making, which we receive in the form of fuzzy set, into a specific unambiguous numerical value [1].

To evaluate the technical condition of the drive, a diagnostic fuzzy subsystem was developed using the tool Fuzzy LogicToolbox of MATLAB programming environment.

A fuzzy set theory allows us to mathematically describe vague concepts and work with them. Provided that it is not possible to determine the exact boundaries of the class determined by a vague concept, we can substitute the decision about membership or non-membership of the given member into the class by a degree selected on a defined scale. Then, each member is assigned a degree expressing its position and role in this class on the organized scale.

A linguistic variable is the fundamental unit representing knowledge, whose values are words or phrases of natural or artificial language. The rule base, established by authors, has nine linguistic variables representing the amplitude of mechanical vibration rate at the first, second and third speed frequency of the drive in the direction of axes X, Y, Z. Each linguistic variable has two linguistic values: L - low level, H - high level.

For both linguistic values of L and H, it was necessary to choose the membership function. The s-function and the z-function were selected because these functions are the most often used functions to represent fuzzy sets, which characterize the uncertainties of the "low level", "high level". Membership functions were chosen by the direct method, which is subject to the possibility of measuring the input data in a quantitative scale [5].

Linguistic variables are processed using fuzzy statements. The structure of the statement is formed by the linguistic variable and the value of this variable, which is verbal, not numerical. These statements are usually interconnected using logical operators AND, OR, thus forming the resulting fuzzy statement, which is a prerequisite for the following rule:

IF (fuzzy statement) THEN (fuzzy statement).

This rule is an implication, but not crisp; it is a fuzzy implication. Its result is called the consequent (conclusion). The resulting decision represents an aggregation of the results from all the fuzzy rules.

As noted above, diagnostic parameters are the amplitudes of mechanical vibrations rates at multiples of speed frequencies of the drive in the direction of axes X, Y, Z. The most important information on the technical condition of the drive is mainly associated with the amplitudes of vibrations at the first three speed frequencies (nine diagnostic parameters).

The number of rules is defined by the following formula:

$$R = s^n \tag{1}$$

where R is the number of rules in the base, s is the number of linguistic values, n – the number of diagnostic parameters.

When designing a fuzzy system, it is necessary to expect that an increase in the number of diagnostic parameters will considerably increase the number of rules in the base.

A model of drive diagnostics has been implemented in Matlab software and its toolbox Fuzzy Logic. As a basis of fuzzy system evaluation of drive technical condition, we selected the algorithm of Mamdani fuzzy inference, i.e. the consequent of each rule contains a fuzzy statement:

$$\text{IF } (\mathrm{p}_1 = P_1^{jr}) \; AND ... \; AND \; (\mathrm{p}_n = P_n^{jr}) THEN \; (\mathrm{q}_1 = Q_1^{jr}), \ldots, (\mathrm{q}_n = Q_n^{jr})$$
$$r=1,2,\ldots,R. \tag{2}$$

where $p_1, p_2, \ldots p_n$ – diagnostic parameters, j indexes the fuzzy sets, r is the rule number, $q_1, q_2, \ldots q_n$ – output variables, R is a total number of rules in the formula (1).

The input crisp value of $\mathrm{p_i}$ is fuzzified; i.e. fuzzy sets P are formed. These input fuzzy sets indicate the output fuzzy sets Q on the output of each fuzzy rule. The results of all rules are aggregated into the resulting fuzzy sets Q that are defuzzified by COG method (Center of Gravity). This method, also often called the method of Center of Area (COA), is one of the most common methods. As the name suggests, the crisp value of variable is determined as coordinates of center of gravity [5].

A set of fuzzy rules R approximates the system whose output q defines the condition of diagnosed object depending on the values of input diagnostic parameters.

Determination of a degree of membership of probability of faults to low, medium or high level is shown in Fig. 4.

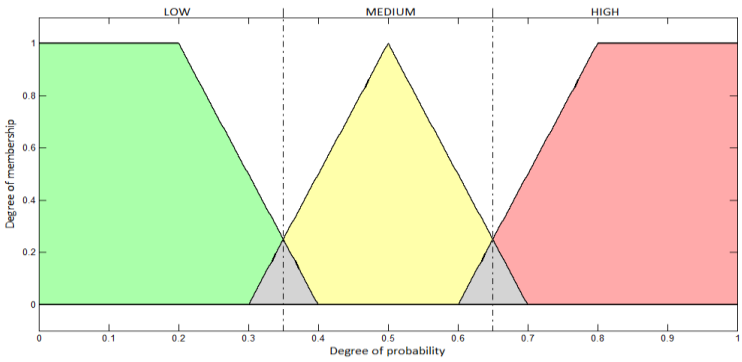


Figure 4. Function of membership of output values

3. Experimental stand

To verify the theoretical conclusions from the previous chapter, an experimental stand (Figure 5) was designed and built up, consisting of two three-phase asynchronous motors of company Siemens (power - 4 kW, speed - 2930 rpm, voltage - 400 V, current - 8.1 A), interconnected by a flexible coupling.

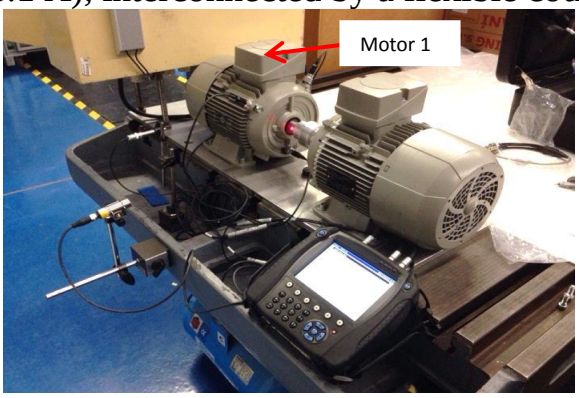


Figure 5. Experimental stand

A block diagram of the stand with a system of sensors is shown in Figure 6.

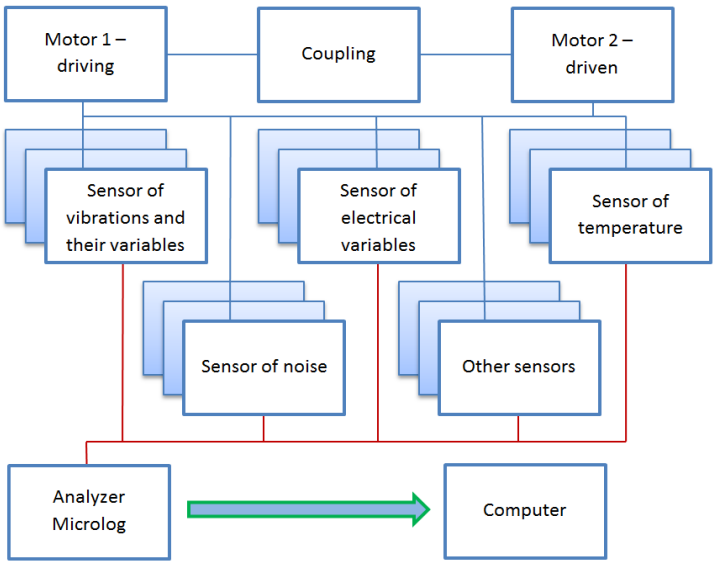


Figure 6. Block diagram of experimental stand

To evaluate the technical condition of the experimental stand by the methods of vibration diagnostics, we used the instrument Microlog CMXA-48 – a four-channel analyzer, allowing you to perform an advanced analysis of measured data, including their processing in the appropriate software (Figure 7).



Figure 7. Analyser Microlog CMXA-48 [7]

Vibration measurement was performed on non-rotating parts of the motor 1 at speed frequency of 50 Hz.

Measurements were performed only for the described operating mode. Different modes were not considered.

To measure vibrations, we used a set of three accelerometers with a frequency range from 0.5 to 10 000 Hz (Figure 8) [7].

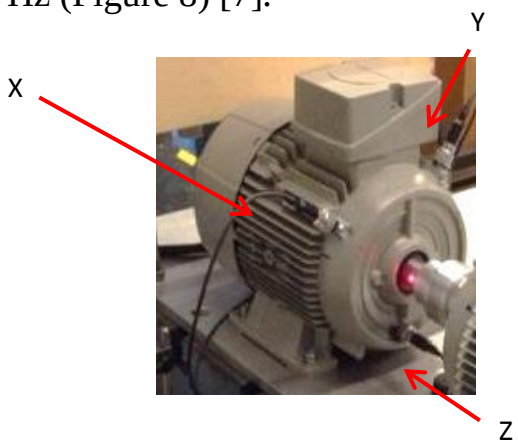


Figure 8. Mounting of accelerometers on the motor 1

Accelerometers were mounted at specially designed measuring points in the directions of axes X, Y and Z by means of magnets (Figure 8).

4. Verification of created fuzzy subsystem

A fuzzy subsystem was created in the MATLAB program; this subsystem is capable of evaluating the technical condition of the experimental stand to differentiate the following failures:

A - imbalance, soft foot;

B – mechanical looseness, resonance, rotor galling;

C - bent shaft;

D - angular misalignment;

E - parallel misalignment.

When measuring the stand vibrations, the obtained data were subsequently loaded and processed in the created fuzzy subsystem in the form of block diagram in Figure 9.

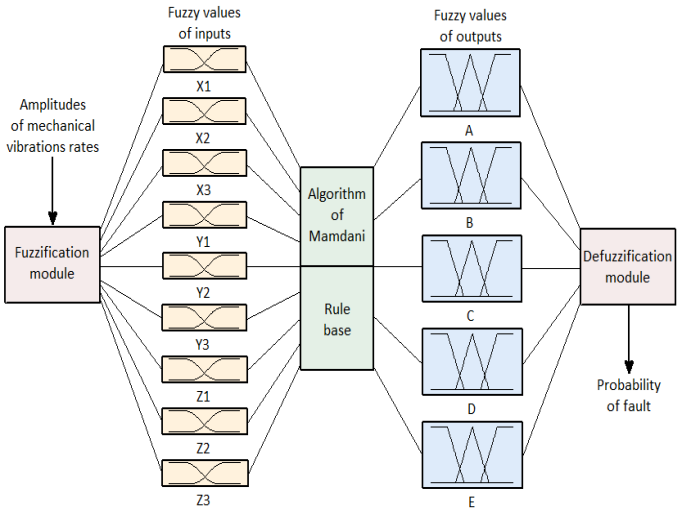


Figure 9. Block diagram of created fuzzy system

Linguistic variables x_1, x_2, ... z_3 represent input fuzzy values. To use these nine linguistic variables, we created, using the operator AND, 512 rules, which represent a partial evaluation of the technical condition of experimental stand depending on the values of amplitudes of mechanical vibrations rates. As an example of created rules, the rule identifying the angular misalignment is referred to:

If (x_1 is L) and (x_2 is L) and (x_3 is L) and (y_1 is L) and (y_2 is L) and (y_3 is L) and (z_1 is H) and (z_2 is H) and (z_3 is H) then (A is L) and (B is L) and (C is L) and (D is H) and (E is L),

where:

x_1, x_2, x_3 are the amplitudes of mechanical vibrations rates at the first, second and third speed frequency in the direction of X axis;

y_1, y_2, y_3 are the amplitudes of mechanical vibrations rates at the first, second and third speed frequency in the direction of Y axis;

z_1, z_2, z_3 are the amplitudes of mechanical vibrations rates at the first, second and third speed frequency in the direction of Z axis;

A is L – low level of probability of occurrence of fault of type A,

D is H – high level of probability of occurrence of fault of type D.

The above rule is a specific form of summarising the information from the external database for the correct procedure in order to detect the angular misalignment using methods of vibration diagnostics (omitting the information on the measured vibration phase).

Figure 10 shows the frequency spectra of vibration rates in the X, Y and Z axes, which were measured on the experimental stand when creating the angular misalignment of motors. The figure shows that the current technical condition of the experimental stand can be characterized by the presence of significant axial

vibrations (which were in the antiphase with a difference of approximately 180 °). Vibration rates in the X and Y axes are much lower.

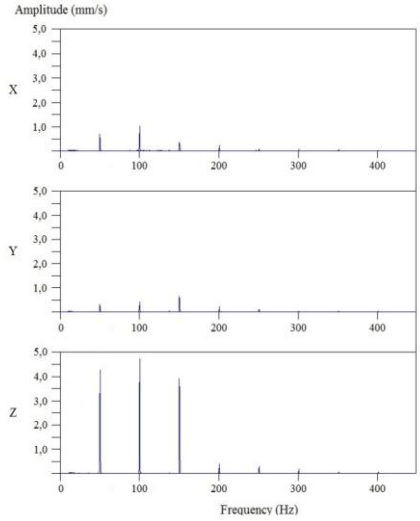


Figure 10. Spectrum of mechanical vibration rate in the X, Y, and Z axes

Table shows the values of amplitudes of vibration rates from the spectra in Figure 10.

Table. *Values of amplitudes of vibration rates*

Axis	Amplitude of vibration rate at 1st speed frequency, mm/s	Amplitude of vibration rate at 2nd speed frequency, mm/s	Amplitude of vibration rate at 3rd speed frequency, mm/s
X	0.73	1.16	0.47
Y	0.31	0.34	0.63
Z	4.26	4.79	3.97

After processing the collected data in the created fuzzy subsystem, the technical condition of the experimental stand was evaluated in terms of Figure 11.

Based on Figure 11, we can hypothesize that the examined experimental stand probably has an angular misalignment (probability of fault is high i.e. 0.8469).

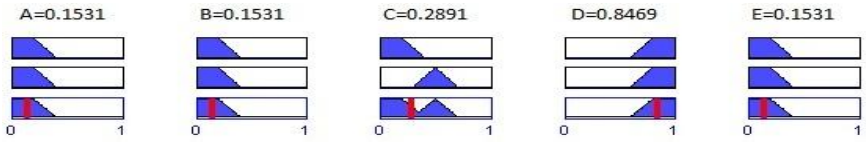


Figure 11. Results of the evaluation of drive technical condition at angular misalignment in the MATLAB product

As the representation of the result of analysis in MATLAB environment is less illustrative for a less experienced user, a new graphical interface was designed and created - Figure 12.

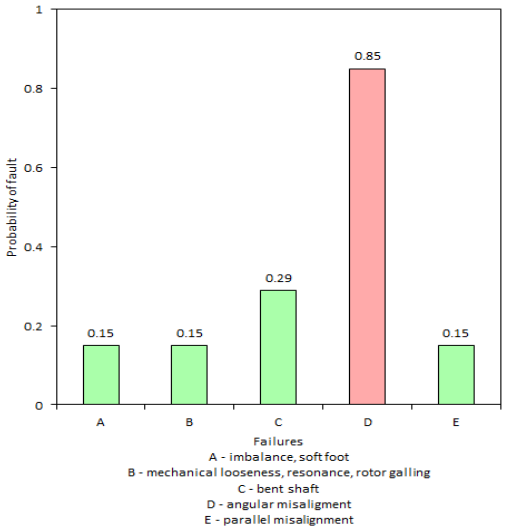


Figure 12. Results of evaluation of technical condition of experimental stand at angular misalignment in graphical form

According to Figure 12, using Figure 4, we can state the following:

- Probability that the experimental stand is unbalanced, has a soft foot, mechanical looseness, increased resonance, motor galling, a bent shaft or possibly parallel misalignment is relatively low (0.15 to 0.29),
- Probability that the experimental stand has an angular misalignment is high (0.85).

Acknowledgments

This work has been supported by Brno University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Czech Republic (Grant No. FSI-S-14-2401).

Conclusions

The article is a contribution to the diagnostics of asynchronous motors. It describes modern approaches that are based on the theory of fuzzy expert systems; a fuzzy expert system was defined in a novice manner. Within this system, the possibility of practical applications of the created fuzzy subsystem based on the analysis of the results of vibration diagnostics was indicated and verified. This subsystem is capable of evaluating the technical condition of the experimental stand in order to differentiate five types of faults. It was confirmed that a major constraint for its widespread use in practice is a significant increase in the requirements for computing performance related to the growth of the assessed variables. Despite this fact, the proposed solution seems to be beneficial because it shows one of the ways for diagnostics of asynchronous machines. In future, it will be necessary to focus on the use of measurement results of other diagnostic variables and search for the options how to reduce a task scope using the appropriate mathematical or other methods. Similarly, within the use of expert systems, it will be highly recommended to focus on the examination and creation of other modules, such as e.g. a prognostic

diagnostic module, a maintenance module, etc. This way of creating the fuzzy expert system could in future allow a proper evaluation of the technical condition of equipment and machines even by less experienced professionals.

References

1. *Hammer M.* Methods of artificial intelligence in electrical machines diagnosis. Prague: BEN, 2009. ISBN 978-80-7300-231-2.
2. ISO 10816-1:1995. Mechanical vibration – Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts – Part 1: General guidelines.
3. *Jaksch I.* Methods of induction motor diagnostics (in Czech). Systems Control and Reliability Management of the Faculty of Mechatronics and Interdisciplinary Engineering Studies, Technical University of Liberec, 2011.
4. *Jamrichova Z.,Stodola J. and Stodola P.* Diagnostics of machines and equipment (in Slovak). Trencin: EDIS, 2011. ISBN 978-80-554-0385-4.
5. *Leonenkov A.* Fuzzy modeling in MatLab and FuzzyTECH (in Russian). Saint-Petersburg: BHV-Peterburg, 2005. ISBN 5-94157-087-2.
6. *Nikitin Y.* Diagnostics of mechatronic systems on the basis of neural networks. State-of-the-Art in Mechatronics,2010, vol. 2, pp. 167–188.
7. SKF [online]. 2015. Available from http://www.skf.com/binary/151-19704/Microlog%20AX%20CMXA%2080_tcm_12-19704.png.
8. *Svoboda M.* Transportation and storage of loose materials [online]. 2015. Available from www.adaptdopravniky.cz.

Арсланова М.Л., магистрант;
Абрамов И.В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Оценка влияния конструктивных факторов изготовления ТВГ на его резонансную частоту методом планирования эксперимента

Аннотация: Для реализации потенциальных возможностей твердотельного волнового гироскопа (ТВГ), необходимо достичь высокой точности геометрических размеров чувствительных элементов – резонаторов. Для повышения уровня добротности, и как следствие, точностных параметров ТВГ, необходима оценка влияния конструктивных факторов. В данной статье на основе численного полно-факторного эксперимента определены значимые конструктивные факторы резонаторов ТВГ, влияющие на их собственную частоту.

Ключевые слова: твердотельный волновой гироскоп, численный полно-факторный эксперимент, резонансная частота, механическая добротность, метод конечных элементов.

Введение

Одной из главных характеристик чувствительного элемента ТВГ – резонатора является его механическая добротность (Q). Добротность можно определить как половина произведения резонансной частоты и постоянной времени затухания [1]:

$$Q = \frac{\omega_0 \cdot \tau}{2}, \quad (1)$$

где ω_0 - резонансная частота собственных колебаний; τ - время затухания амплитуды колебаний в $e \approx 2{,}71$ раз.

Факторов, влияющих на собственную частоту и добротность резонатора, довольно много. Чтобы оценить зависимость резонансной частоты от конструктивных факторов резонатора решено провести численный полно-факторный эксперимент. Планированный эксперимент позволяет сопоставить влияние отдельных факторов.

Полный факторный эксперимент (ПФЭ) – совокупность нескольких результатов численного эксперимента, удовлетворяющих следующим условиям:

- Количество вычислений составляет 2^n, где n – количество факторов;
- Каждый фактор принимает только два значения – верхнее и нижнее;
- В процессе вычислений верхние и нижние значения факторов комбинируются во всех возможных сочетаниях.

Для проведения ПФЭ возьмем три фактора:

1. x_1 – диаметр отверстия основания;
2. x_2 – диаметр вала (крепежной ножки резонатора);
3. x_3 – толщина стенки резонатора.

Данные факторы выбраны по рекомендациям, приведенным в [2]. Выбранные факторы управляемы (то есть мы можем на них воздействовать); однозначны (выражаются одним числом и не зависят друг от друга); точность измерительных машин достаточно высока для построения модели. Также эти факторы совместимы, то есть их комбинации осуществимы и безопасны.

Описание численного эксперимента

Для проведении численного полно-факторного эксперимента выбран МКЭ, реализуемый посредством ресурсов ЭВМ. В программном продукте *ANSYS* были созданы модели резонатора и основания ТВГ и их сборки. Сборка была реализована соединением с натягом от 2 до 4 мкм. При этом задан контакт поверхностей с трением (коэффициент 0,2).

На основе выбранных факторов, составлена матрица численного эксперимента, в которой первый, второй и третий столбцы представляют собой значения факторов, последний столбец – значения отклика системы.

Таблица 1. **Матрица эксперимента**

x_1, мм	x_2, мм	x_3, мм	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$	y	Δf
5,000	5,002	0,948	25,01	4,74	4,7419	23,7095	5143,071	0,032
5,000	5,002	1,000	25,01	5,000	5,002	25,01	5415,788	0,059
5,000	5,004	0,948	25,02	4,74	4,7438	23,719	5143,22	0,089
5,000	5,004	1,000	25,02	5,000	5,004	25,02	5415,921	0,046
5,002	5,002	0,948	25,02	4,7419	4,7419	23,719	5143,071	0,032
5,002	5,002	1,000	25,02	5,002	5,002	25,02	5415,788	0,059
5,002	5,004	0,948	25,03	4,7419	4,7438	23,7285	5143,22	0,089
5,002	5,004	1,000	25,03	5,002	5,004	25,03	5415,921	0,046

Математическая модель системы получается в результате аппроксимации модели какой-либо функцией, например:

$$y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3 + a_{12} x_1 x_2 + a_{13} x_1 x_3 + a_{23} x_2 x_3 + a_{123} x_1 x_2 x_3, \qquad (2)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3, a_{12}, a_{13}, a_{23}, a_{123} – искомые параметры модели.

Для создания математической модели была проведена нормировка данных. и найдены все коэффициенты уравнения после нормировки:

$\tilde{a}_0 = 5279{,}5$; $\tilde{a}_1 = 0$; $\tilde{a}_2 = 0{,}0705$; $\tilde{a}_3 = 136{,}3545$; $\tilde{a}_{12} = 0$; $\tilde{a}_{13} = 0$; $\tilde{a}_{23} = -0{,}004$; $\tilde{a}_{123} = 0$

Таким образом, нормированная модель в окрестностях точки (5,001; 5,003; 0,974) имеет вид:

$$y = 5279{,}5 + 0{,}0705\tilde{x}_2 - 136{,}3545\tilde{x}_3 - 0{,}004\tilde{x}_2\tilde{x}_3 \qquad (3)$$

Переход от нормированных к ненормированным факторам осуществляется обратным преобразованием. Для приведённых выше данных (эксперимента):

$a_0 = -180{,}94$; $a_1 = 0$; $a_2 = 70{,}5$; $a_3 = 5244{,}4$; $a_{12} = 0$; $a_{13} = 0$; $a_{23} = -0{,}031$; $a_{123} = 0$.

Окончательно получаем модель в естественных координатах:

$$y = -180{,}94 + 70{,}5x_2 + 5244{,}4x_3 - 0{,}031x_2x_3 \qquad (4)$$

Ошибки в определении коэффициентов полинома можно охарактеризовать соответствующей дисперсией. Для оценки уровня ошибки проводится проверка однородности дисперсии воспроизводимости. Если сравниваемое количество дисперсий больше двух, можно воспользоваться критерием Кохрена. Табличный критерий Корхена равен 0,68. Экспериментальный критерий Корхена равен 0,197, что не превышает табличного, следовательно, гипотеза об однородности дисперсий подтверждается.

Проверка адекватности математической модели данным эксперимента проводится на основе сопоставления дисперсии воспроизводимости среднего значения функции отклика $\sigma_2(y)$ и дисперсии адекватности.

Табличное значение равно 4, это больше экспериментального, равного 0,0043, значит, модель адекватна.

Проверка значимости оценок коэффициентов полинома производится на основе проверки статистической гипотезы о равенстве математического ожидания случайной величины нулю. Отсутствие значимости коэффициента в моделях описания поверхности отклика говорит о целесообразности исключения соответствующего слагаемого из уравнения (частный градиент равен нулю). Проверка осуществляется с помощью критерия Стьюдента.

Проведя проверку адекватности модели и значимости коэффициентов уравнения регрессии, можно сделать вывод о том, что в уравнении (4) все коэффициенты значимые.

Обсуждение результатов численного полнофакторного эксперимента

Из уравнения (4) видно, что коэффициент при факторе x_1 = 0. Следовательно, данный конструктивный фактор – диаметр отверстия основания резонатора – не значим. Можно предположить, что жесткость основания много больше жесткости ножки резонатора и не оказывает влияния на собственную частоту колебаний ЧЭ.

Коэффициент при факторе x_2 положителен и, несмотря на небольшое значение, свидетельствует о достаточном влиянии заделки ножки резонатора в основании на собственную частоту колебаний.

Коэффициент при факторе x_3 положителен и значителен. Это свидетельствует о том, что толщина стенки резонатора существенно влияет собственную частоту колебаний.

В результате численного эксперимента установлено взаимное влияние факторов x_2 и x_3 на собственную частоту колебаний.

Наглядное представление о влиянии факторов численного эксперимента на собственную частоту колебаний показано на рис. 1.

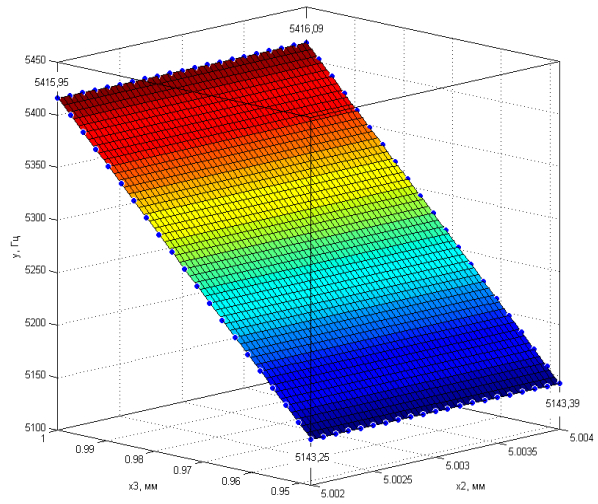


Рис. 1. Поверхность отклика (зависимость влияния факторов численного эксперимента на собственную частоту колебаний ЧЭ ТВГ)

Из рис. 1 видно, что зависимость собственной частоты колебаний резонатора ТВГ близка к линейной, при возрастании численных значений выбранных факторов – значение функции отклика также возрастает. Основное влияние на собственную частоту колебаний имеет отклонение размера толщины стенки чувствительного элемента – резонатора.

Выводы

В результате численного эксперимента получена закономерность в виде уравнения регрессии, отражающая влияние конструктивных факторов, таких как: толщина стенки резонатора, диаметра ножки резонатора и допусков на их размеры, на собственную частоту колебаний ЧЭ.

Полученные результаты необходимы для калибровки резонаторов, чтобы их выходные параметры укладывались в установленные допуски.

Список литературы

1. *Лунин Б.С.* Физико-химические основы разработки полусферических резонаторов волновых твердотельных гироскопов. – М.: Изд-во МАИ, 2005 – 224 с.: ил.
2. *Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 277 с.
3. *Журавлев В.Ф., Климов Д.М.* Волновой твердотельный гироскоп. М.: Наука, 1985.
4. Теория планирования факторного эксперимента. Проведение натурного и вычислительного экспериментов: методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Теория экспериментов в исследованиях систем» / сост. А. В. Щенятский, Е. С. Чухланцев. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2013. - 45 с. : ил.
5. *Басов К.А.* Графический интерфейс комплекса *ANSYS*. – М.:ДМК Пресс, 2006. – 248 с., ил.

Башарова А.А., магистрант;
Щенятский А.В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Планирование эксперимента для чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа

Аннотация: В данной статье рассмотрены вопросы полного факторного эксперимента для стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа.

Ключевые слова: чувствительный элемент, твердотельный волновой гироскоп, резонатор, факторный эксперимент.

Твердотельные волновые гироскопы используются для определения угловых перемещений относительно инерциальной системы отчёта [1]. В настоящее время актуальным направлением в гироскопии является разработка стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа [2].

Данная статья посвящена рассмотрению факторного эксперимента [3] для чувствительного элемента. Под экспериментом понимают создание некоторого комплекса условий α, в результате которых могут наступить или не наступать события из некоторого заданного множества ß, и поэтому предметом теории эксперимента служит отображения множества α элементов, именуемого комплексом условий, на множество событий результатов эксперимента ß [3, 4].

Факторный эксперимент [4] подразумевает под собой совокупность нескольких измерений, удовлетворяющих условиям:

-количество измерений составляет 2^n, где n – количество факторов;

-каждый фактор принимает два значения – верхнее и нижнее;

-в процессе измерения и нижние значения факторов комбинируются во всех возможных сочетаниях [4].

Моделирование проводилось с помощью программы *CAE ANSYS*, в основе которой лежит метод конечных элементов [5].

Чувствительный элемент выполнен из кварцевого стекла. В качестве рассматриваемых факторов выбраны – геометрические параметры чувствительного элемента *X*1, *X*2, *X*3, которые могут быть получены на имеющемся оборудовании с ЧПУ и измерены с точность до 1 мкм. Выходными параметрами являются собственная частота, перемещение ножки, максимальное напряжение – *Y*1, *Y*2, *Y*3. Выбранные параметры легко могут быть получены с помощью численных методов расчета или с помощью пакета прикладных программ *CAE ANSYS*. Экспериментально перечисленные выше параметры могут быть определены косвенным путем с достаточной для проведения анализа и подтверждения адекватности математической модели точностью. Параметры чувствительного элемента и их значения представлены в таблицах 1, 2, 3.

Таблица 1

*X*1 – толщина фланца (H), мм	*Y*1 – перемещение ножки, мкм	*Y*2 – напряжение максимальное, МПа	*Y*3 – собственная частота, Гц
0,5	5,52	6,49	2244,7
1,0	5,23	8,41	5381,5
1,5	0,23	0,48	8288,0

Таблица 2

*X*2 – длина ножки (*L*), мм	*Y*1 – перемещение ножки, мкм	*Y*2 – напряжение максимальное, МПа	*Y*3 – собственная частота, Гц
27,0	2,85	6,1	6565,6
31,0	5,23	8,41	5381,5
35,0	4,0	6,86	4425,6

Таблица 3

X3 – диаметр отверстия (d), мм	Y1 – перемещение ножки, мкм	Y2 – напряжение максимальное, МПа	Y – собственная частота, Гц
0,0	5,23	8,41	5381,5
1,0	8,98	12,47	5492,4
2,0	10,8	15,72	5830,8

На основе полученных данных можно построить графики зависимости выходных параметров от факторов, влияющих на них.

На рис. 1 представлены зависимости выходных параметров *Y*1, *Y*2 от *X*1.

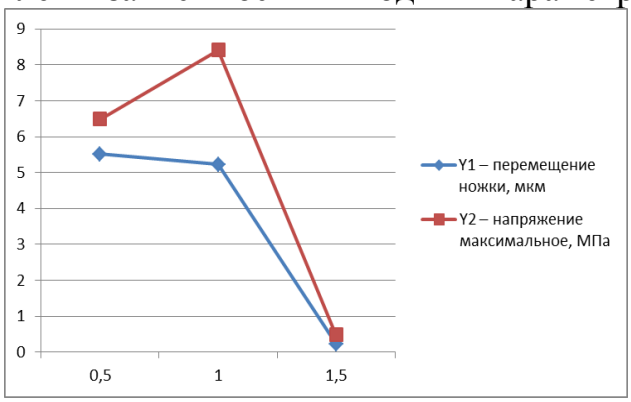


Рис. 1. Зависимость выходных параметров *Y*1, *Y*2 от *X*1

Из графика видно, что увеличение толщины фланца приводит к нелинейному изменению в меньшую сторну, как перемещения ножки ЧЭ, так и напряжений. Жесткость конструкции значительно возрастает, перемещения становятся меньше в 24 раза, а напряжения в 13,5 раз. Увеличение толщины фланца в три раза приводит к повышению собственной частоты колебаний в 3,7 раза. Чувствительность стержневого гироскопа значительно уменьшается.

На рис. 2 представлена зависимость выходного параметра *Y*3 от *X*1.

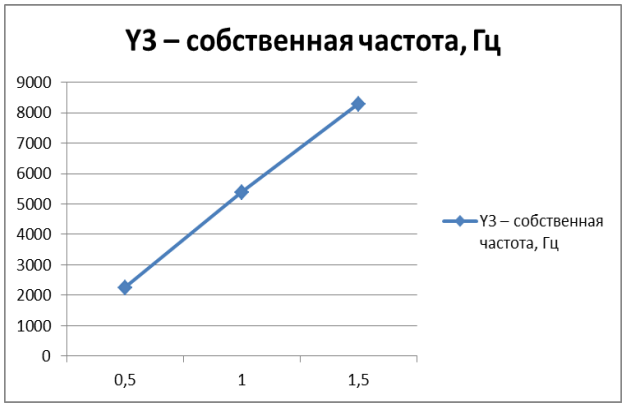


Рис. 2. Зависимость выходного параметра *Y*3 от *X*1

Исходя из полученных графиков можно сделать вывод, что изменение толщины фланца существенным образом влияет на выходные параметры и зависимости параметров *Y*1,*Y*2 ,*Y*3.

На рис. 3 представлены зависимости выходных параметров *Y*1, *Y*2 от *X*2.

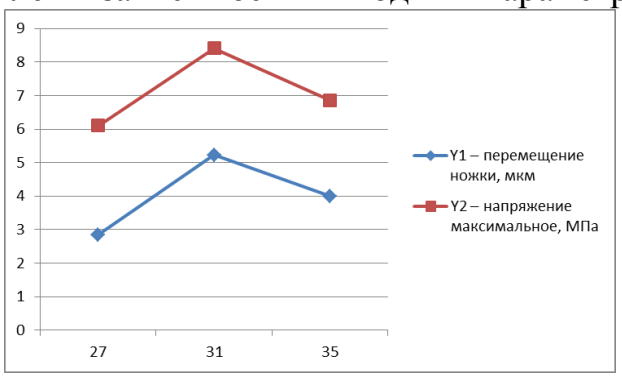


Рис. 3. Зависимости выходных параметров *Y*1, *Y*2 от *X*2

На рис. 4 представлена зависимость выходных параметра *Y*3 от *X*2.

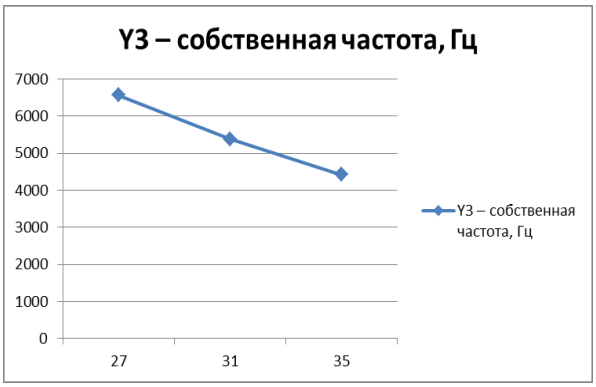


Рис. 4. Зависимость выходного параметра *Y*3 от *X*2

Полученная зависимость на рисунке 3 носит нелинейный характер, а зависимость на рисунке 4 близка к линейной. Жёсткость конструкции существенно снижается. При увеличении длины стержня чувствительного элемента в 1,3 раза происходит увеличение перемещения в 1,4 раза, напряжения почти не изменяются, увеличение составит 1,13 раза, собственная частота уменьшится в 1,48 раза.

На рис. 5 представлены зависимости *Y*1, *Y*2 от *X*3. Увеличение максимальных напряжений и перемещения ножки ЧЭ почти линейно зависит от увеличения диаметра отверстия приводит.

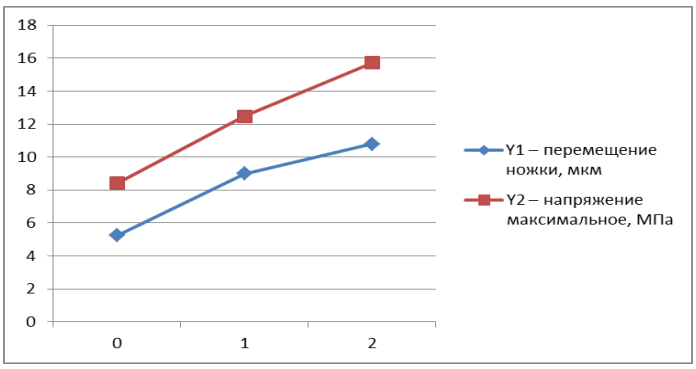


Рис. 5. Зависимость выходных параметров *Y*1,*Y*2 от *X*3

На рис. 6 представлена зависимость *Y*3 от *X*3.

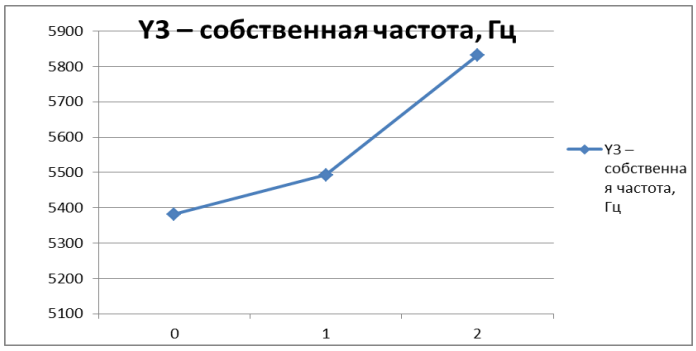


Рис. 6. Зависимость выходного параметра *Y*3 от *X*3

Как видно из рис. 5, 6 изготовление отверстия в ножке резонатора и его последующем увеличение, приводит к увеличению значений всех выходных параметров: перемещения - в 2,07 раза, напряжения в 1,7 раза, собственная частота в 1,08 раза. Зависимости не линейно увеличиваются, жесткость конструкции при влиянии данного фактора сравнительно уменьшается по отношению к фактору изменения длины ножки чувствительного элемента.

По проведённым экспериментам можно сделать вывод о том, что наиболее значительными факторами являются изменение толщины фланца и изменение диаметра отверстия в ножке резонатора.

В данной статье выявлены основные предпосылки для дальнейшего рассмотрения факторного эксперимента, а также построения математической модели.

Список литературы

1. *Матвеев В.В., Распопов В.Я.* Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем - СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор», 2009 г. - 208 с.
2. *Малеев П.И.* Новые типы гироскопов. - Ленинград, «Судостроение», 1971 г. - 160 с.
3. *Ермаков С.М., Бродский В.З., Жиглявский А.А., Козлов В.П., Малютов М.Б., Мелас В.Б., Седунов Е.В., Федоров В.В.* Математическая теория планирования

эксперимента. /Под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 392с.
4. *Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В.* Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Издание второе переработанное и дополненное. Издательство «Наука». Москва, 1976. – 279 с.
5. *Зенкевич О.* Метод конечных элементов в технике / Пер. с англ. Под ред. Б.Е. Победри.- М.: Мир, 1975. – 541с.

Главачик М., магистрант, e-mail: mhmhlavacik@gmail.com;
Штоллманн В., д.т.н., доцент

Технический университет в Зволене, Словакия

Диагностика и возобновление гидравлических масел

Аннотация: В статье приведена информация о методах и результатах диагностики гидравлического масла одной конкретной пресс-машины, используемой для экспериментального производства древесностружечных плит. Техническое состояние гидравлического масла было идентифицировано с помощью 3 методов: микроскопического, колориметрического – MPC (Membrane patch colorimetry) и метода RULER. Диагностика определила плохое техническое состояние гидравлического масла, не отвечающее требованиям. В другой части статьи описана работа по восстановлению данного гидравлического масла до исходного технического состояния. При этом использовался метод диэлектрофореза. Полученные результаты подтвердили возможность вернуть гидравлическое масло до работоспособного состояния без потребности замены масла.

Ключевые слова: масло гидравлическое, трибология, диэлектрофорез, микроскопический метод, колориметрический метод, метод *RULER*.

Технический университет в г. Зволен использует при проведении научной и педагогической деятельности в области древесностружечных плит пресс-машину «*Fontijne TP* 400», 1997 г. производства. Она используется прежде всего для испытания клеящих веществ и агломерированных материалов. Ходовое давление пресса: 1,0 – 1.8 МПа при площадке 0,32 x 0,32 м (0,1 м^2), сила пресса: 100 – 200 кН, тип гидравлического масла: «*Shell Tellus* 32», объём бака гидравлического масла: 10 литров. [1]

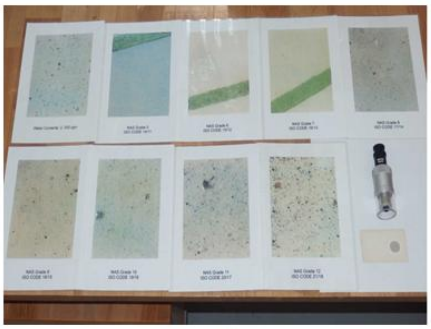
Гидравлическое масло в данном прессе использовалось 17 лет и начались уже появляться в его деятельности разные помехи. Потому было разрешено в рамках дипломной работы сделать техническую диагностику данного гидравлического масла и попытаться, в случае необходимости, сделать его возобновление до исходного технического состояния с помощью диэлектрофореза.

Техническое состояние гидравлического масла было идентифицировано с помощью 3 методов: микроскопического, колориметрического – *MPC* (*Membrane patch colorimetry*) и метода *RULER*.

Микроскопический метод основан на использовании ультрафильтров 0,8 мкм и микроскопа с 50 кратным увеличением. Степень загрязнение масла была определена в соответствии со стандартом «*NAS* 1638» [2] методом сравнения с эталонными картами. Работа была произведена с помощью лаборатории масел от компании Клеентек [3]. Рабочая площадка изображена на *рис. 1*.



а/



б/

Рис. 1. Лаборатория масел: а – состав, б - эталонные карты

Колориметрический метод *MPC* базировался на стандарте *ASTM D*7843 [4]. Принцип основан на измерении цвета фильтра в видимом спектре. При применении метода были использованы фильтр 0,45 мкм и измерительный прибор «*Kolorimeter MPC Color*» – *рис.2.* Прибор измеряет величину Δ*E*. Чем значение величины Δ*E* выше, тем масло более загрязнено [5]:

1. Δ*E* < 15 : нормальное техническое состояние масла.
2. Δ*E* = 15 – 30: ухудшенное состояние.
3. Δ*E* = 30 – 40: плохое состояние.
4. Δ*E* > 40: критическое состояние.



Рис. 2. Прибор «*MPC Color*»

RULER – аналитический метод количественного становления множества добавок в масле, основанный на стандартах *ASTM D*6791, *ASTM D*7590, *ASTM D*6810 [6,7,8]. Определение степени наличия добавок осуществляется сравнением результатов измерения на старом и новом масле. Метод был реализован с помощью измерительного прибора «*RULER View*™». Принцип его

действия похож на принцип действия полярографов. Прибор содержит электроды из платины, которые питаются линейно нарастающим напряжением со скоростью 0,1 $В \cdot с^{-1}$ в течении 13-17 с. Регистрируется реакция электрического тока в пределах десятков микроампер. Результат измерения – кривая зависимости электрического тока или напряжения электрода от времени. Не определяется амплитуда электрического тока, но находится площадь под кривой электрического тока, которая вычисляется над прямой, соединяющей поворотные точки. Используются разные типы гидравлического масла в зависимости от типа исследованных добавок [9, 11, 12].

При возобновлении данного масла был использован прибор «*Kleentek ELC-R6PSP*», работающий на принципе диэлектрофореза – *рис. 3.* С помощью диэлектрофореза устраняются из масла почти все загрязнения, как твёрдые (пыль из внешней среды, частицы износа от трения), так и мягкие (разные полимерные вещества, возникающие вследствие старения масла). Прибор отличается высокой эффективностью – устраняет частицы размером от 0,05 мкм. [13, 14].



Рис. 3. Внешний вид прибора «*Kleentek ELC-R6PSP*»

Результаты, полученные микроскопическим методом, приведёны на *рис. 4.* Начальная диагностика показала, что степень загрязнения масла была 10 по классификации «*NAS*». Очистка масла с помощью диэлектрофореза длилась 224 ч. (7 часов в сутки). За это время удалось понизить степень загрязнения до величины от 6 до 7. Пробы масла были стандартно отобранные из выпускного клапана «*Kleentek ELC-R6PSP*». Три пробы были отобраны из выпускного отверстия гидравлического бака – у них индекс «*vol*».

Результаты проверки технического состояния масла с помощью прибора «*MPC Color*» приведены в *Таблице.* Диагностика была осуществлена в соответствии со стандартом «*ASTM D*7843» с тем отличием, что был использован фильтр 0,8 мкм вместо фильтра 0,45 мкм. Очевидно, что во время очистки величина *MPC* постепенно уменьшалась от исходной величины 23,6 до 2,3. Была отобрана и проба из нового гидравлического масла «*Shell Tellus* 32». Измеренная величина *MPC* у него была 5,5.

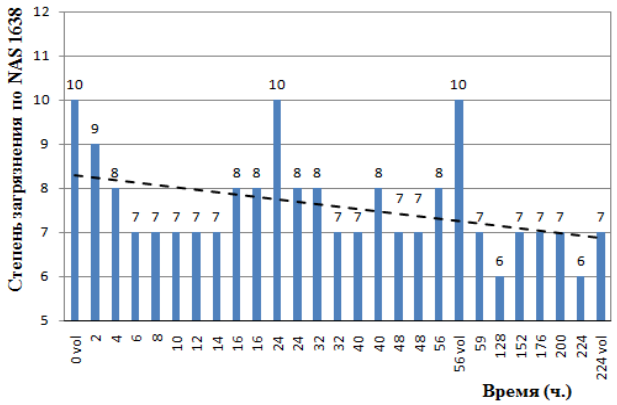


Рис. 4. Результаты диагностика гидравлического масла «*Shell Tellus* 32» во время очистки микроскопическим методом

Таблица. **Результаты полученные колориметром «*MPC Color*»**

Время очистки (ч.)	**Место взятия пробы**		**Величина *MPC***
	гидравлический бак	***Kleentek ELC-R6PSP***	
0	X		23,6
16		X	3,1
56		X	5
56	X		2,4
224		X	2,3
224	X		2,3

Результаты измерений в графической форме, полученные на печатающем устройстве прибора «*RULER View*™» приведены на *рис.* 5 и 6. На *рис. 5* приведены зависимости напряжения электрода от времени для добавок фенольного типа, где:

НМ – новое гидравлическое масло, используемое в виде эталона,

СМ – старое масло из пресс-машины.

Из *рис. 5а* очевидно, что уровень добавок фенольного типа в старом масле из пресс-машины была 0 %, т.е. они отсутствовали. На *рис. 5б* показана кривая зависимости напряжения электрода от времени для масла, которое получено смешением 10 литров старого масла с 6 литрами нового масла. Очевидно, что уровень добавок фенольного типа удалось таким образом повысить на 24,1 % от уровня нового масла.

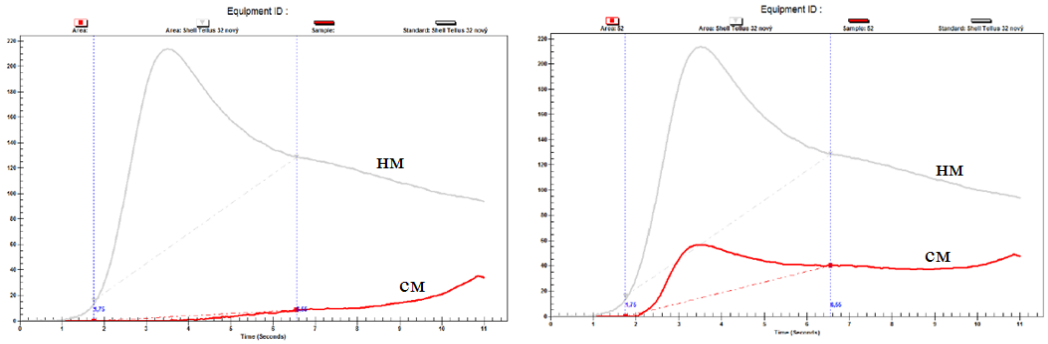


Рис. 5. Кривая зависимости напряжения электрода от времени для добавок фенольного типа, полученные прибором «*RULER View*™»

На *рис. 6* приведены зависимости напряжения электрода от времени для добавок на базе диалкилдитхиофосфата цинка. Из *рис. 6а* видно, что уровень добавок у старого гидравлического масла достиг 84,2 %, что представляет вполне достаточный уровень. В масле, которое возникло смешением 10 литров старого с 6 литрами нового масла, произошло повышение уровня добавок цинка на 135,4 % - *рис. 6б*.

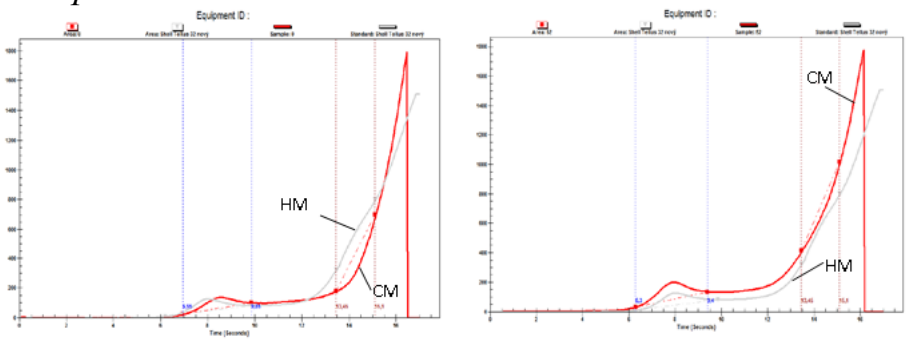


Рис. 6. Кривая зависимости напряжения электрода от времени для добавок на базе цинка, полученные прибором «*RULER View*™»

Преимуществом микроскопического метода является простота и низкая цена применения метода на практике. С другой стороны, требуется значительный опыт при установлении степени загрязнения масла с помощью эталонных карт. На *рис. 4.* видно 3 характерные части. Они возникли вследствие того, что очищение масла осуществлялось в 3 фазах. Первая фаза была в течение 0 – 24 ч. После очистки масла произошло самовольно загрязнение. Причина была идентифицирована в выделении нечистот из бака гидравлического масла и других частей гидравлической системы. Наступила вторая фаза в течение 24 – 56 ч. В начале гидравлическая система данного пресса была дополнена 6 литрами нового масла «*Shell Tellus* 32» на максимальный уровень (бак полностью заполнен). На понижение уровня масла в баке влиял и сам прибор «*Kleentek ELC-R6PSP*», который использовался для очистки. После очистки наступило опять самовольное загрязнение нечистотами, теперь из верхней части бака. Потому надо было приступить к 3 фазе, которая длилась от 56 до 224 ч. В конце этой фазы было констатировано,

что техническое состояние гидравлического масла было в прессе «*Fontijne TP* 400» вполне возобновлено.

Колориметрический метод *MPC* указал на одну интересную вещь – на относительно высокую степень загрязнения нового масла. Измеренная величина *MPC* у него была 5,5! Это, по нашему мнению, свидетельствует о том, что надо проверять качество поставщиков масел.

Аналитический метод *RULER* показал на полное исчезновение феноловых добавок в масле. Единственной возможностью решения этой проблемы была добавка нового масла. Смешивание с 60 % нового масла повысило феноловые добавки от нулевого уровня на 24,1 % уровень по сравнению с новым маслом. В результате консультации со специалистами из аккредитованной лаборатории «*INTRIBO s.r.o. Praha*», было констатировано, что этот уровень вполне устраивает дальнейшую эксплуатацию данного масла.

Статья возникла в рамках выполнения проекта Министерства образования, науки, исследования и спорта Словацкой республики *KEGA* № 011*TU Z*-4/2015.

Список литературы

1. Руководство по эксплуатации пресс-машины «*Fontijne*».
2. *NAS* 1638. *National Aerospace Standard,* США.
3. Фирменная литература «*Kleentek Slovakia*».
4. *ASTM D*7843. Стандарт США.
5. *Novák J.* Kolorimetrie: nástroj spolehlivosti a produktivity strojů // Technik, 2013, выпуск 21, № 3, ISSN 1210-616X. С. 44-45. На чешском языке.
6. *ASTM D*6791. Стандарт США.
7. *ASTM D*7590. Стандарт США.
8. *ASTM D*6810. Стандарт США.
9. *Novák J.* Prodloužení životnosti olejů a zařízení sledovaním kondice oleje novými analytickými metodami // Energetika, 2013, выпуск 63, № 11, ISSN 0375-8842. С. 688-671. На чешском языке.
10. *Pavlok B.* Moderní metody čištení hydraulických olejů // MM Prumyslové centrum, 2006, выпуск 10, № 11, ISSN 1212-2572. С. 66-67. На чешском языке.
11. *Šandová P., Turan T.* Stanovení obsahu antioxidantů a jeho význam pro diagnostiku oleje (RULER) // Tribotechnika v provozu a údržbe 2014: Сб. науч. тр. / Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita, 2014, ISBN 978-80-248-3602-7. С. 24-26. На чешском языке.
12. *Turan T., Nováček V.* Varnish potenciál – sklon hydraulických a turbínových olejů ke tvorbě úsad // Technika a trh: průmysl, technika, trh, informace, obchod, 2012, выпуск 20, № 11-12, ISSN 1210-5902. С. 20-22. На чешском языке.
13. *Štollmann V.* Nezabúdajme na hydraulické systémy // Tribotechnika, 2010, выпуск 3, № 3, ISSN 1338-0524. С. 24-26. На словацком языке.
14. *Hlaváčik M., Štollmann V., Laciková M.*: Принцип работы и практической опыт электростатической очистки гидравлического масла // Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса XXI веке: Сб. науч. тр., Iževsk: Ижевский государственный технический университет М.Т. Калашникова, 22.-23.4.2015, ISBN 978-5-9906108-6-6. С.158-163.

Демин Д.Д., магистрант;
Трефилов С.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Мехатронный гироскопический стабилизатор угловых вибраций

Аннотация: В данной работе представлена математическая модель активного гироскопического стабилизатора, реализованного на одном механическом гироскопе с двумя линейными приводами, изменяющими гироскопическую ось так, чтобы момент прецессии гироскопа был направлен в противоположную сторону вектора момента шумового воздействия.

Ключевые слова: мехатронный гироскопический стабилизатор угловых вибраций, вектор состояния, вектор управления, матрица состояния, матрица управления, уравнение Риккати.

Введение

Стабилизация платформ на движущихся транспортных средствах и в руках оператора различной фото-видео аппаратуры, кинотехники, измерительных приборов, лазеров, радио антенн -- важная научно-техническая задача. Самая эффективная стабилизация подобных платформ в настоящее время осуществляется при помощи силовых гироскопических стабилизаторов.

В данной работе представлена математическая модель активного гироскопического стабилизатора, реализованного на одном механическом гироскопе с двумя приводами, изменяющими гироскопическую ось так, чтобы момент прецессии гироскопа был направлен в противоположную сторону вектора момента шумового воздействия.

Обзор современных систем стабилизации изображения

Результаты исследования типов систем стабилизации [1-4] приведены на рис. 1.

Модельный ряд состоит из гироскопических стабилизаторов, построенных практически по одной кинематической схеме [2]. На рис. 2 приведены кинематическая схема и одна из реализаций гироскопического стабилизатора.

Два гироскопа G и G_a, идентичных по конструкции, расположены так в корпусе стабилизатора по отношению друг к другу, что обеспечивают стабилизирующее действие в заданной плоскости.

Данная система имеет ряд недостатков: большое энергопотребление для поддержания большой скорости вращения механических гироскопов; малая скорость реакции из-за пружинного подвеса; неуправляемость



Рис. 1. Современные типы систем стабилизации видеоаппаратуры

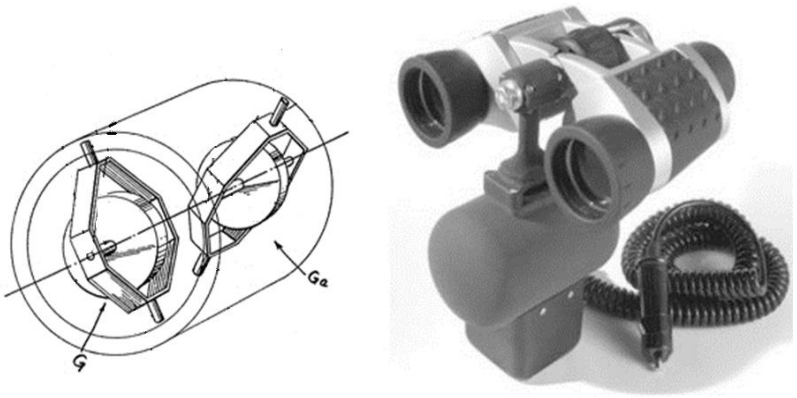


Рис. 2. Схема стабилизатора

Управляемый гироскопический стабилизатор угловых вибраций

Предлагается силовой гиростабилизатор с одним гироскопом и двумя актуаторами. Мехатронный гироскопический стабилизатор угловых вибраций (МГСУВ) состоит из рамки на магнитных подвесах, шаровой опоры с установленным на нее гироскопом. Данная конструкция позволяет применить схему одноосевого силового гиростабилизатора, но с поворотом оси стабилизации на любой угол в горизонтальной плоскости. Использование магнитного актуатора, дает возможность демпфирования определенной и настраиваемой частоты возмущающего воздействия. Также магнитный подвес имеет малые габариты и малый вес, по сравнению с другими типами механических приводов. Для реализации гироскопического стабилизатора разработана математическая модель.

Математическая модель

Математическая модель МГСУВ определяется в виде системы дифференциальных уравнений [5]:

$$\begin{aligned} &\dot{\alpha} = \omega_C \\ &J_C\dot{\omega}_C = -\mu_C\omega_C - H\cos\beta_0\omega_B + M_C \\ &\dot{\beta} = \omega_B \\ &J_B\dot{\omega}_B = -\mu_B\omega_B - H\cos\beta_0\omega_C + M_B \end{aligned} \qquad (1)$$

где α, β - углы поворота при изменения оси ротора гироскопа относительно осей С и В соответственно; μ_C, μ_B- коэффициенты вязкого трения относительно осей С и В вращения оси гироскопа; $w_B(t), w_C(t)$-угловые скорости изменения направления оси гироскопа относитель осей В и С; $\mathbf{J_B}, \mathbf{J_C}$ - моменты инерции относительно осей С и В; $\mathbf{M_C}, \mathbf{M_B}$ - внешние моменты; β_0 – угол поворота оси В относительно оси вращения ротора гироскопа (опорный угол).

Состояние МГСУВ определяется двумя углами (α, β) и двумя угловыми скоростями $(\dot{\alpha}, \dot{\beta})$ относительно осей С и В. Математическая модель управления гироскопом относительно его оси вращения в соответствии с (1) имеет следующий вид:

$$\dot{x} = Ax + Bu \ , \qquad (2)$$

Данное уравнение (2) показывает реакцию системы на некоторые внешние воздействия , т.е. показывают изменение состояния под воздействием внешних факторов (своеобразное «управление» гироскопом внешними нежелательными силами). Для управления положением платформы, на которой установлена стабилизируемая аппаратура, необходимо воздействие актуатора.

Заключение

В работе представлен анализ систем стабилизации для различной фото и видео аппаратуры. Выявлено, что основой защиты от нежелательных вибраций во время съемок является применение свойств гироскопов сохранять ось вращения. Гироскопы это дорогие электромеханические устройства, стоимость

которых существенно повышается с улучшением свойств стабилизации. Более того, большой вес нескольких гироскопов с большим электропотреблением существенно ограничивают применение систем гиростабилизации. Предложена система активной гиростабилизации в одной плоскости с применением одного механического электромеханического гироскопа, расположенного в рамке на электромагнитных актуаторах. Требования к параметрам самого гироскопа (масса, скорость вращения, энергопотребление) в этом случае существенно ниже, чем в исследованных прототипах, а характеристики стабилизации не хуже.

Список литературы

1. *Ворошилов А.* Вспомогательная операторская техника «625» : журнал. - 2008. - № 6. - ISSN0869-7914.
2. Патент стабилизатора: [Электронный ресурс] URL: https://www.google.com/patents/US2811042(Дата обращения 03.12.2015).
3. Исследование одноосного гиростабилизатора: [Электронный ресурс] URL: http://www.rae.ru/forum2011/pdf/1621.pdf (Дата обращения 03.12.2015).
4. Прецессия [Электронный ресурс] URL: http://learning.itsoft.ru/coding/first/lab04/index.html (Дата обращения 03.12.2015).
5. *Северов Л.А.* Механика гироскопических систем. М: МАИ, 1996 - 212с.
6. *Сейдж Э.П., Уайт Ч.С.* Оптимальное управление системами: Пер. с англ./ Под ред. Б.Р. Левина. - М.: Радио и связь, 1982. -392 с.

Исупов М.А., магистрант;
Трефилов С.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Математическая модель линейного актуатора

Аннотация: Линейный электромеханического актуатор в настоящее время является одним из распространенных механизмов, применяемых в автоматических устройствах и системах. Линейный актуатор осуществляет прямолинейное перемещение груза в пределах определенного расстояния с заданной точностью. Перемещение массивных грузов с большими знакопеременными ускорениями приводит к использованию в конструкции линейного актуатора мощного электропривода и даже какого-либо тормозящего механизма. В данной работе рассмотрена математическая модель такого привода, в котором применены два оппозитно работающих бесколлекторных двигателя постоянного тока (БДПТ). Каждый БДПТ работает как приводной двигатель при движении в одну сторону, так и как тормозящий во время движения в противоположном направлении.

Ключевые слова: математическая модель, матрица управления, матрица состояния, вектор состояния, вектор управления, критерий качества.

Введение

Линейный электромеханического актуатор в настоящее время является одним из распространенных механизмов, применяемых в автоматических устройствах и системах. Линейный актуатор осуществляет прямолинейное перемещение груза в пределах определенного расстояния с заданной точностью. Перемещение массивных грузов с большими знакопеременными ускорениями приводит к использованию в конструкции линейного актуатора мощного электропривода и даже какого-либо тормозящего механизма.

В данной работе рассмотрена математическая модель такого привода, в котором применены два оппозитно работающих бесколлекторных двигателя постоянного тока (БДПТ). Каждый БДПТ работает как приводной двигатель при движении в одну сторону, так и как тормозящий во время движения в противоположном направлении.

Кинематическая схема линейного актуатора

Математическая модель линейного актуатора разработана для простейшего случая, когда БДПТ преобразуют вращательное движение в линейное путем наматывания гибкого троса на шкив, жестко соединенный с валом двигателя. Другой конец троса подсоединен к такому же двигателю. Середина троса прикреплена к одной стороне качели, на противоположной стороне которой размещается груз. Такая конструкция линейного актуатора легка для реализации в виде испытательного стенда для проведения натурных испытаний с целью апробации алгоритма управления по представленной математической модели. Кинематическая схема линейного актуатора приведена на рис. 1.

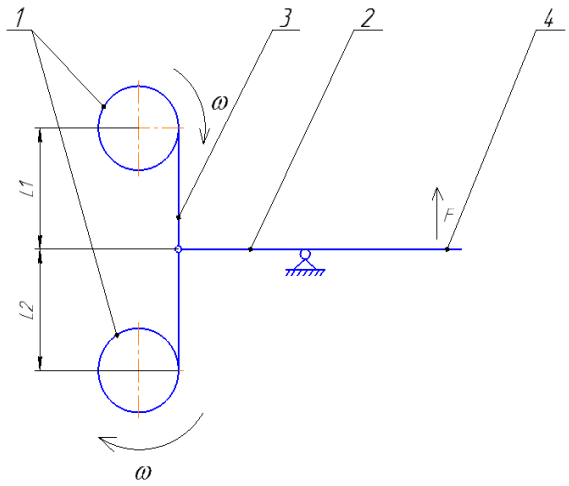


Рис. 1. Кинематическая схема линейного актуатора

Кинематическая схема описывает механическую составляющую предлагаемого устройства. На данной схеме представлен электромеханический линейный актуатор, состоящий из двух жестко соединенных с одинаковыми БДПТ шкивов 1, на которых закреплен трос 3 длиной $L1$ и $L2$. Выходным звеном актуатора является качель 2 с грузом 4.

Математическая модель

Пусть нам известно состояние исследуемой системы в начальный момент времени процесса $t_0: x(t_0) = x_0$.На бесконечно малом отрезке времени состояние системы можно описать в виде дифференциальных уравнений в частных производных, известных под названием задача Коши

$$\frac{\partial x}{dt} = f(x(t), u(t), t), t \in [t_0, t_1], \quad (1)$$

$$x(t_0) = x_0 \quad (2)$$

где $x(t)$ – функция положения; $u(t)$ – функция управления; t – время.

Относительно функции процесса $f(x, u, t)$, всюду будем предполагать, что она определена при всех процесса x, u, t непрерывна по аргументам процесса x, u, непрерывно дифференцируема по x и кусочно-непрерывна по t. При сделанных предположениях для каждого допустимого управления $u(t), t \in [t_0, t_1]$ и начального условия $x(t_0) = x_0$ существует единственное непрерывное решение задачи Коши (1), (2), определенное, по крайней мере, в некоторой окрестности начальной точки. Это решение называется траекторией, выходящей из точки процесса x_0.

$$\frac{\partial x_1}{dt} = a_{11}(t)x_1(t) + _ + a_{1n}(t)x_n(t) + b_1(u_1(t), \dots, u_m(t))$$
$$\dots$$
$$\frac{\partial x_n}{dt} = a_{n1}(t)x_1(t) + _ + a_{nn}(t)x_n(t) + b_n(u_1(t), \dots, u_m(t)). \quad (3)$$

Система (3) – это система, которая моделирует линейный процесс. Введем обозначения:

$$A(t) = \begin{bmatrix} a_{11}(t) & \dots & a_n(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}(t) & \dots & a_{nn}(t) \end{bmatrix} B(u(t), t) = \begin{bmatrix} b_1(u_1(t), \dots, u_m(t), t) \\ \dots \\ b_n(u_1(t), \dots, u_m(t), t) \end{bmatrix}, \quad (4)$$

$$A(t) = \begin{bmatrix} a_{11}(t) & \dots & a_n(t) \\ \dots & \dots & \dots \\ a_{n1}(t) & \dots & a_{nn}(t) \end{bmatrix} B(u(t), t) = \begin{bmatrix} b_1 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix}$$

и тогда систему (3) можно представить в матричном виде:

$$\frac{dx}{dt} = A(t)x(t) + B(t)u(t), \quad (5)$$

где $\frac{dx}{dt}$ – вектор состояния; $x(t)$ – фазовые координаты системы; $u(t)$ – вектор управления; A – матрица состояний; B – матрица управления.

Для линейного актуатора, схема которого изображена на рисунке 1, векторное уравнение (5) будет выглядеть следующим образом:

(6)

где $A(t) = [a] = \left[k_в + \frac{J_н}{\omega}\right]$, , x=$\omega$; $k_в$ – коэффициент вязкого трения в подшипниках качельки; .- коэффициент преобразования электродвигателя; $J_н$ –

несбалансированный момент инерции качельки; ω – угловая частота вращения качельки; l_k – расстояние от центра вращения качельки до точки крепления троса; –R_1, R_2 радиусы шкивов.

В данной модели предполагается, что

$l_k >> R_1, R_2$.

Решение уравнения (6) для нахождения закона управления будем искать в соответствии с [1].

Минимизируемый квадратичный функционал качества (критерий качества) выражается как

$$J = \frac{1}{2}\int_{t_0}^{t_f} [(x]^T Qx + u^T Gu)dt, Q \geq 0, G > 0, \quad (7)$$

где $Q \in R^{nxn}$ и$G \in R^{mxm}$ – положительно определённые матрицы. Матрицы Q и G выбираются произвольными. Закон управления в этом случае следующий:

$$u = -G^{-1}B^T Kx \ , \quad (8)$$

где K – матрица Коши, $K=K^T$, которая может быть вычислена из уравнения Риккати

$$-\dot{K} = Q + A^T K + K^T A - K^T BG^{-1}B^T K = 0. \quad (9)$$

Выражения (7) и (9) достаточны для определения всех векторов и матриц правой части выражения (8).

Заключение

В данной работе приведена математическая модель линейного актуатора, состоящего из двух двигателей, растягивающих в любой момент времени трос, который подсоединен к испытательной качельке с грузом. Данная математическая модель и испытательный стенд позволят убедиться в адекватности модели и обеспечат уточнение матриц состояния и управления в результате натурных экспериментов. Стенд может применен в учебном процессе.

Список литературы

1. *Сейдж Э.П., Уайт Ч.С.* Оптимальное управление системами: Пер. с англ./ Под ред. Б.Р. Левина.-М.: Радио и связь, 1982. -392 с.

Дугас Л., бакалавр, e-mail: ldugas25@gmail.com
Штоллманн В., доцент

Технический университет г. Зволен, Словакия

Предложение пассивной магнитной несущей системы маховика

Аннотация: В статье предложено концептуальное решение пассивной магнитной несущей системы. Она предназначена для маховиков с большой скоростью вращения. Такие маховики входят в состав накопителя энергии специальной лесоводческой канатной установки типа РЕЛАЗ. Целю решения является разработка несущей системы маховика с большой скоростью вращения с особым значением на основании минимизации энергетических затрат, простоты конструкции, высокой надежности и продолжительности работы устройства. Предлагаемое решение магнитной несущей системы основано на использовании постоянных магнитов и диамагнитных материалов.

Ключевые слова: магнитные подшипники, накопители энергии, маховики, устройства РЕЛАЗ, сбережение энергии.

Магнитные подшипники можно разделить на активные и пассивные. Активные представляют собой сложные мехатронные системы. При их эксплуатации используются электромагниты, управляемые с помощью компьютера. Пассивные построены на постоянных магнитах. Исходя из теоремы Ирншоа пассивные магнитные подшипники невозможно создать. Но хотя теорема Ирншоа действует, можно построить маховик, вращающийся на магнитной подушке, созданной из постоянных магнитов. При этом используются специальные свойства маховика – он стремится удержать исходную ориентацию своего вектора кинетического момента. Построение такого маховика еще в 1931 г. доказал русский изобретатель А.Г. Уфимцев. Он был использован в конструкции ветряной электростанции. Мощность электростанции была 3,5 кВт, в виде накопителя энергии использовался маховик с диаметром диска 95 см и массой 328 кг. [1]. Маховик вращался на пассивном магнитном занавесе – *рис.1*. В его работе использовался не только стабилизирующий момент инерции, но и стабилизирующий эффект центра массы маховика, находящегося под магнитным занавесом [2].

Похожее решение было реализовано и проф. Н. В. Гулию. Грузоподъемность опоры (осевое усилие) – 1500 кг ±5% [3]. На чертеже (*рис. 2*.) приведен общий вид конструкции с габаритными размерами.

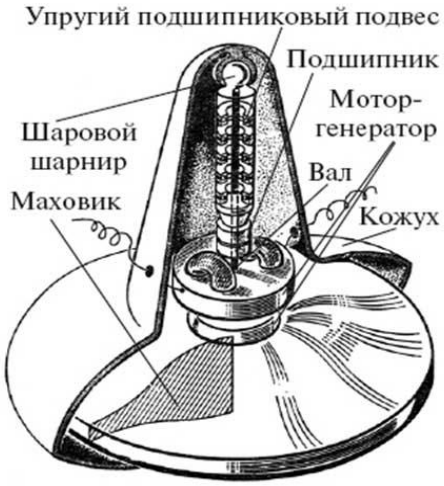


Рис. 1. Пассивный магнитный занавес Уфимцева [2].

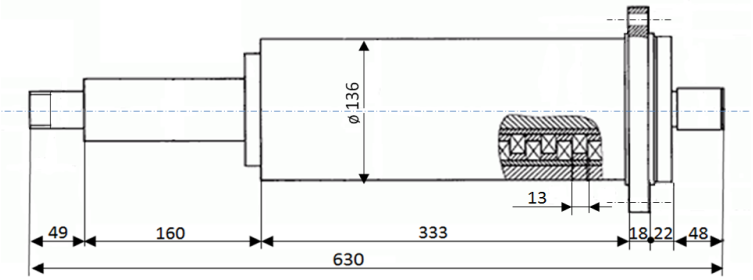


Рис. 2. Общий вид магнитной опоры проф. Н.В. Гулию [3]

Другое решение пассивной магнитной несущей системы маховика предложил немецкий ученый Штайнгровер. Несущая сила в его решении реализована с помощью диамагнитных кружков. Чертеж показан на *рис. 3*, где: 1 – вал, 2 – маховик, 3 и 4 – постоянные магниты, 5 – диамагнитные кружки [4].

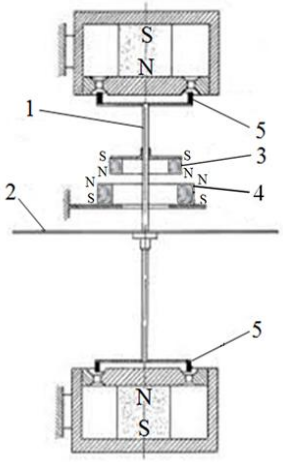


Рис. 3. Магнитный занавес Штайнгровера [4]

Созданием пассивных магнитных подшипников для маховиков занимались и в американской *NASA* [5].

Попытки сделать пассивный магнитный занавес маховика осуществлялись в Техническом университете г. Зволен (ТУЗВО) в связи с

разработкой специальных лесоводческих канатных установок с накопителем энергии. Эти установки получили название РЕЛАЗ (*RELAZ*). В течение 2010-2012 гг. выполнялась разработка этих устройств в рамках проектов *RELAZ I, ITMS* № 26220220036 *RELAZ I, ITMS* № 26220220035, финансированных из структурных фондов ЕС. Ассоциированными участниками в этих проектах были Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова и Северо-восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова г. Якутск. Экспериментальный пассивный магнитный занавес маховикового накопителя энергии устройств РЕЛАЗ был создан в 2014 г. в сотрудничестве с ООО «Перспективные магнитные технологии и консультации» (ПМТК) г. Москва. Принципиальная схема решения показана на *рис. 4*, где 1, 2 и 3 – постоянные магниты. Основное усилие создается между магнитами 1 и 2. Магнит 3 препятствует слишком большому подъему подвижной части при использовании легких экспериментальных маховиков.

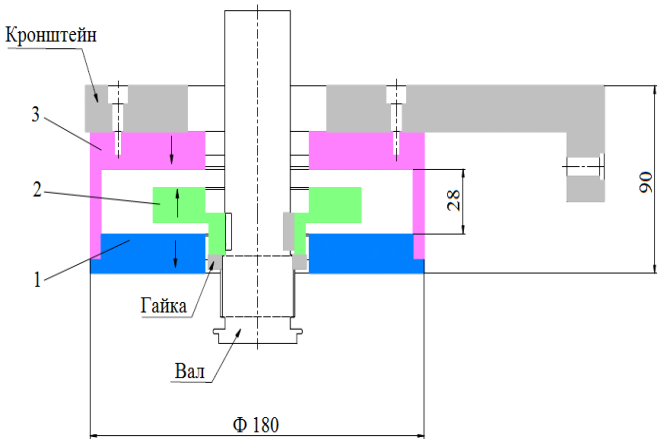


Рис. 4. Принципиальная схема опытного образца

Эксперименты с этим образцом показали, что вращение маховика осуществляется именно на магнитной подушке, но при этом одновременно возникает неравномерный ход в следствии забрасывания оси маховика в радиальном направлении. Поэтому в ТУЗВО приступили к созданию нового функционального образца в рамках решения бакалаврских и дипломных работ.

Проект реализован для маховиков с вертикальной осью, потому что при этом можно использовать стабилизирующий эффект от тяжести маховика. Устройство состоит из двух основных частей – статора и ротора. Статор и ротор оснащены постоянными магнитами. Принцип действия устройства показан на *рис. 5*.

Рама статора должна быть изготовлена из немагнитного и электронепроводимого материала, чтобы при работе не возникали потери на гистерезис и потери от вихревых токов. В качестве необходимого материала был выбран экструдированный полиамид или пертинакс (бумага, пропитанная фенолформальдегидной смолой). Они обладают хорошими механическими свойствами, хорошо обрабатываются и доступны на ранке. Рама должна быть

укреплена на горизонтальной основе. Главная функция рамы – фиксация статорных магнитов. Используются магниты неодимового типа.

Статорные магниты должны, совместно с магнитами ротора, отцентрировать вал маховика и фиксировать его расположение на магнитной подушке. При этом важно, чтобы их установка была произведена с большой точностью, потому что они представляют собой опорные пункты для ротора. Вертикальная ось верхнего кольцевого магнита должна быть параллельна линии действия гравитационной силы, идентична вертикальной оси нижних кольцевых магнитов и осевой опоры. От этого зависит эффективность фиксации – величина силы, которая фиксирует ротор на магнитной подушке.

Конструкция ротора состоит из маховика, вала, постоянных магнитов и диамагнетика. Экспериментальный маховик и вал изготовлены из экструдированного полиамида «*PA*6 *SILAMID*». При производстве ротора нужно будет следить за динамической и статической балансировкой. Между ротором и статором должен быть зазор, чтобы при колебании ротора не произошло непосредственного контакта между ними.

Аксиальная магнитная опора помещена в середине вала. Она имеет простую конструкцию. Принцип деятельности основан на отталкивании двух кольцевых магнитов. Один помещен на роторе, а другой – в раме статора. Ротор при этом поднимается вверх, пока магнитная сила не будет равна силе тяжести ротора (гравитационной силе). Из теоремы Ирншоа следует, что никакие два магнита нельзя отцентрировать так, чтобы они идеально отталкивались. Они всегда будут влиять на отклонение оси ротора. Поворотная точка при этом находится в середине аксиальной магнитной опоры ротора.

Именно коррекция этого отклонения является задачей магнитов, помещенных на концах вала. Они действуют на большом плече рычага с учетом поворотного пункта, находящегося примерно в центре ротора. Это позволяет использовать меньшие силы для центрирования ротора. Обратите внимание, что требования на коррекционную силу будут тем меньше, чем статорные аксиальные магниты будут точнее отцентрированы.

Нижняя магнитная опора состоит из двух дисковых магнитов разного диаметра. Большой помещен в нижней части рамы статора, меньший – в конце ротора. Взаимная реакция магнитов – притягивающая, но меньше, чем у аксиальной опоры. В случае, если между магнитами возникает притягивающая сила, то магниты не могут соединиться, происходят естественные условия для центрирования магнитов нижней опоры. При этом именно аксиальная опора препятствует соединению магнитов. Зазор здесь играет ключевую роль. Он напрямую участвует в создании магнитной подушки маховика.

Таким образом, нижняя часть ротора отцентрирована. Теперь также необходимо отцентрировать верхнюю точку ротора. Возникает вопрос как это сделать, чтобы не нарушить равновесия в нижней точке. По этой причине невозможно использовать постоянные магниты. Выход из этой ситуации мы предлагаем в использовании диамагнетизма. Это явление позволяет нам построить верхнюю опорную точку без неблагоприятного влияния на действие

остальных частей, и одновременно отцентрировать верхнюю опорную точку. То есть верхняя опорная точка будет заключаться из радиально намагниченного кольца, закрепленного в раме статора, через середину которого будет проходить стержень из диамагнитного материала. В качестве диамагнитного материала рекомендуется использовать коммерчески доступный пиролитический графит (уголь). Стержень из пиролитического графита будет вытесняться к центру кольцевого магнита. Сила, полученная таким образом, не будет большая, но будет действовать по большому плечу рычага, поэтому можно предположить, что она будет способна стабильно отцентрировать верхнюю опорную точку.

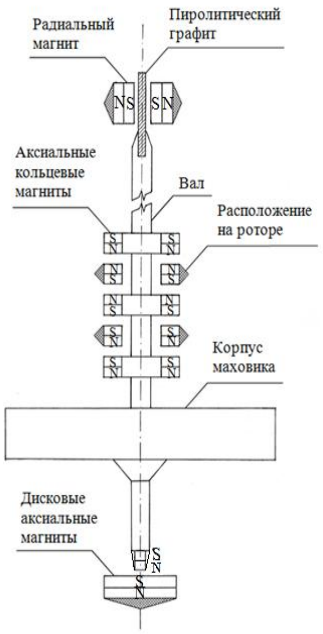


Рис. 5. Эскиз магнитной несущей системы собственной конструкции

В механических накопителях энергии, маховики вращающиеся с большой скоростью, должны вращаться на магнитной подушке. Такие маховики можно построить с помощью активных магнитных подшипников, но они представляют собой сложные и дорогостоящие мехатронные системы. Потому в мире занимаются поиском решений для построения маховиковых накопителей энергии на пассивных магнитных подшипниках с постоянными магнитами. В начале статьи приведен анализ известных решений. На основе этого анализа можно сказать, что самые интересные решения в этом направлении возникли на территории России.

Механические накопители энергии с маховиками считаются наиболее перспективными для использования в специальных лесоводческих канатных установках типа РЕЛАЗ, разрабатываемых в Техническом университете г. Зволен. В связи с этим, мы также занимаемся разработкой собственных пассивных магнитных несущих систем маховиков. В статье изложено решение такой системы новой концепции, которое осуществляется в рамках выполнения бакалаврской работы. Принцип действия основан на использовании

постоянных магнитов и диамагнитных материалов. В случае, когда маховик будет вращаться, будет возникать еще дополнительный стабилизирующий эффект от момента инерции, который будет повышать жесткость магнитных опор. Чем будет выше число оборотов, тем будет выше стабилизирующий эффект от момента инерции. Концепция будет проверена на опытном образце, который будет построен в рамках дипломной работы.

Статья была подготовлена в рамках реализации проекта Министерства образования, науки, исследования и спорта Словацкой Республики *KEGA* № 011TU Z-4/2015.

Список литературы

1. Ветроэлектростанция А.Г. Уфимцева: URL: http://techmonuments.livejournal.com/178619.html (дата обращения:21.03.2016)
2. *Гулия Н.В.* Удивительная механика: URL: http://e-libra.ru/read/172212-udivitelnaya-mexanika.html (дата обращения: 21.03.2016)
3. *Гулия Н.В.* Новая магнитная опора большой грузоподъемности: URL: http://n-t.ru/tp/ts/nmo.htm (дата обращения: 21.03.2016)
4. *Steingrover E.* Magnetische lagerung: патент на изобретение № DE 976997B, Гемания, 1952. На немецком языке.
5. *Siebert M. et al.* A passive magnetic bearing Flzwheel // NASA/TM. February 2002, 21159, IECEC2001-AT-89. На английском языке.

Клековкин А.В., аспирант, e-mail: klanvlad@mail.ru;
Калинкин А.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка модели безвинтового подводного робота

Аннотация: Данная статья посвящена созданию модели подводного робота, приводящегося в движение с помощью расположенных внутри него роторов. Подобная конструкция не имеет подвижных элементов, взаимодействующих с окружающей средой, что минимизирует негативное воздействие на нее и повышает бесшумность движения робота в жидкости. В статье представлен обзор работ направленных на изучение движения на основе перемещения внутренних масс. Предложена конструкция безвинтового подводного робота для проведения теоретических и экспериментальных исследований.

Ключевые слова: мобильный робот, безвинтовой подводный робот, движение в идеальной жидкости.

Введение

История подводных аппаратов началась с подводных лодок, которые появились в начале *XX* века и имели исключительно военное назначение.

Первые подводные аппараты были обитаемыми, и только в начале 90-х годов появились автономные необитаемые подводные аппараты, которые имеют все признаки робототехнических систем, а именно автономную систему энергообеспечения, автономную систему управления с функциями дистанционного управления, беспроводной канал связи. Подробный обзор конструкций и особенностей управления подводными роботами можно найти в работах [1,2,3,4,5].

Несмотря на активное развитие подводной робототехники при создании автономных подводных роботов необходимо решить ряд важных задач:

1. Выбор способа передвижения подводного робота, включая разработку адекватной модели движения.
2. Разработка навигационной системы подводного робота для определения положения и параметров движения.
3. Разработка надежного способа обмена и хранения информации при движении подводного робота в реальных условиях.

В данной работе мы сконцентрируемся на задачах первой группы. На сегодняшний день известны три основных способа перемещения: движения за счет вращающегося винта (винтов) [6]; перемещение с использованием принципов движения морских существ (например, рыбы, медузы, змеи) [7]; движение за счет перемещения внутренних масс и/или создания кинетического момента внутренними роторами. Возможна также комбинация указанных способов. Например, известно об использовании вращающихся роторов для стабилизации движения подводного робота, приводимого в движение винтом [8]. Третий способ ввиду сложности алгоритмов управления и меньшей эффективности по сравнению с другими способами менее распространен. Однако, его использование для передвижения подводных роботов позволяет исключить вмешательство в окружающую среду, так как все исполнительные механизмы расположены внутри герметичной оболочки и не контактируют с жидкостью. В то же время движение подводного робота за счет внутренних масс остается малоизученным.

В работе [9] рассматривается робот, состоящий из корпуса и двух подвижных внутренних масс, которые перемещаются относительно корпуса по прямолинейным направляющим. Взаимодействие робота со средой осуществляется только за счет четырех опорных поплавков с изменяемым углом наклона относительно вертикали. Движение происходит за счет изменения силы трения вдоль продольной оси корпуса при повороте поплавков. Разработаны математическая модель и проведено численное моделирование, позволившее изучить управляемые движения робота на примере прямолинейного и вращательного движения.

Модель безвинтового надводного робота, приводящегося в движение за счет перемещения внутренних масс (изменения положения центра масс системы) описана в работе [10]. Смещение центра масс происходит за счет двух эксцентриков, приводимых в движение одним электродвигателем.

В работе [11] рассматривается задача о движении тела в вязкой жидкости,

за счет перемещения внутренних масс, при котором внешняя оболочка тела остается неизменной. Приведена математическая модель, построенная на гидродинамических уравнениях Навье-Стокса. В результате численного моделирования показано существенное влияние сил и момента вязкого сопротивления на траекторию движения, выявлены отличия движения тела в вязкой жидкости по сравнению с идеальной. На основе полученных результатов в работе [12] решена задача оптимального управления движением тела по заданной траектории за счет перемещения внутренних масс, с применением гибридного генетического алгоритма. В результате получены аппроксимационные зависимости для сил, действующих на тело.

Исследование характеристик движения тела с переменным распределением массы в трехмерной вязкой жидкости проведено в работе [13], а в работе [14] рассмотрено управляемое движение при наличии циркуляции вокруг тела. В этих работах показана возможность перемещения тела в произвольном направлении, а также возможность преодоления силы тяжести телом с плавучестью близкой к нулевой.

Возможность движения тела по плоскости при помощи роторов показана в работе [15]. Рассмотрены законы управления, обеспечивающие движение вдоль заданной траектории. Экспериментальные исследования использования ротора для совершения маневров представлены в работе [16]. Показана работоспособность данного вида управления движением на практике.

В работе [17] приведены уравнения движения тела, имеющего три внутренних ротора, в идеальной жидкости.

Для проверки выдвинутых в указанных работах теоретических гипотез мы разработали экспериментальную модель подводного робота, перемещающегося за счет внутренних роторов.

Описание экспериментального образца

Подводный робот представляет собой сборную конструкцию (рис. 1). Основой конструкции является оболочка 1 в форме эллипсоида, составленная из двух одинаковых половин 2, присоединенных друг к другу по экваториальной плоскости с помощью дискообразной перегородки – платформы 3. Размер эллипсоида по большей оси составляет 300 мм, по меньшей – 200 мм. Толщина оболочки (3 мм) и применяемый материал обеспечивают необходимую прочность при погружении и перемещении робота. Соединение полуоболочек и платформы обеспечивает герметичность внутренней полости.

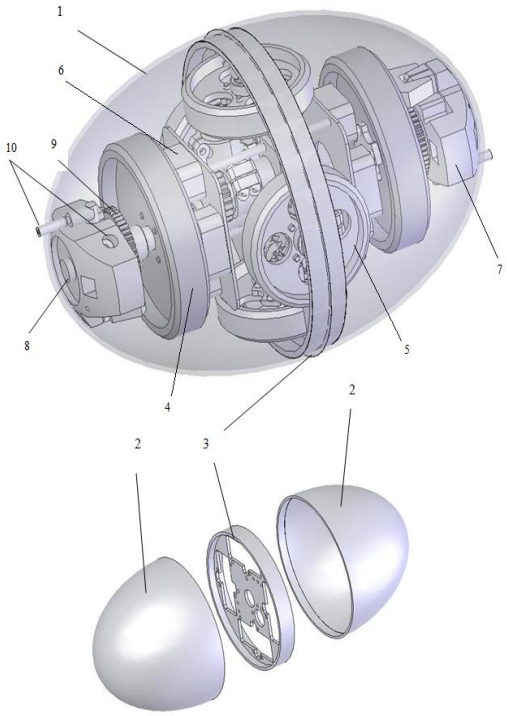


Рис. 1. Конструкция и корпусные элементы экспериментальной модели безвинтового подводного робота

Внутри корпуса робота установлены три пары роторов (далее система роторов) таким образом, что оси роторов расположены под углом 90° по отношению друг к другу. Ось одной из пар роторов направлена вдоль оси вращения эллипсоида, а две другие пары расположены в экваториальной плоскости. Обеспечение точного управляющего воздействия осуществляется с помощью встроенных в приводы датчиков обратной связи (энкодеров). Система роторов подводного робота включает пару роторов большего размера 4, установленных симметрично относительно платформы 3 на одной общей оси, и двух других пар роторов меньшего размера 5, расположенных (по направлениям осей) перпендикулярно первой паре и перпендикулярно друг другу в экваториальной плоскости. Оси малых роторов выполнены отдельно для каждого маховика и установлены соосно на некотором расстоянии друг от друга. Малые роторы соединены кинематически попарно с помощью промежуточных (дополнительных) осей и зубчатых пар таким образом, что их вращение происходит так же, как если бы они были на одной общей оси.

Для приведения в движение системы роторов каждая из пар роторов оснащена высокомоментными мотор-редукторами, которые установлены в соответствующих опорах на платформе. В пространствах между большими и малыми роторами симметрично с двух сторон относительно платформы на панелях смонтированы модули питания 6, управления и связи. Передача данных для управления движением и получением дополнительной информации о состоянии системы реализована на беспроводном варианте связи, достаточным для проведения экспериментов в бассейне.

Размещение узлов на платформе выполнено таким образом, чтобы в

максимальной степени обеспечить симметричное расположение масс относительно геометрического центра тела, а также по возможности обеспечить минимальное отклонение центра масс от геометрического.

Для погружения робот оснащен механизмом регулировки плавучести. Он состоит из двух одинаковых модулей плавучести 7, размещенных и закрепленных внутри полуоболочек в наиболее удаленных частях относительно платформы. Модули плавучести имеют в своем составе лопастной насос 8 с приводом 9 на основе микроэлектродвигателя с редуктором. Полости насоса – воздушная и жидкостная имеют каналы 10, соединяющие их соответственно с внутренней полостью и внешней средой. Для контроля глубины робот оснащен двумя датчиками давления.

Так же в качестве внутренней системы навигации робот имеет датчик *MPU*9250, который включает в себя трехосевой акселерометр, трехосевой гироскоп и трехосевой магнитометр.

В качестве управляющих воздействий будем использовать скорости вращения роторов, так как можем обеспечить их контроль с помощью энкодеров.

Разработанная конструкция безвинтового подводного робота имеет следующие характеристики:

- масса оболочки: 2.923 кг,
- момент инерции маховиков большего размера: $7.491*10^{-4}$ кг*м,
- масса маховиков большего размера: 0.303 кг,
- момент инерции маховиков меньшего размера: $0.491*10^{-4}$ кг*м,
- масса маховиков меньшего размера: 0.037 кг.

Система управления основана на микроконтроллере *LPC*1768, с помощью которого осуществляется управление вращением роторов, обработка данных с датчиков, передача информации по беспроводному каналу связи. Плата управления с электронными компонентами, разработанная для робота представлена на рис. 2.

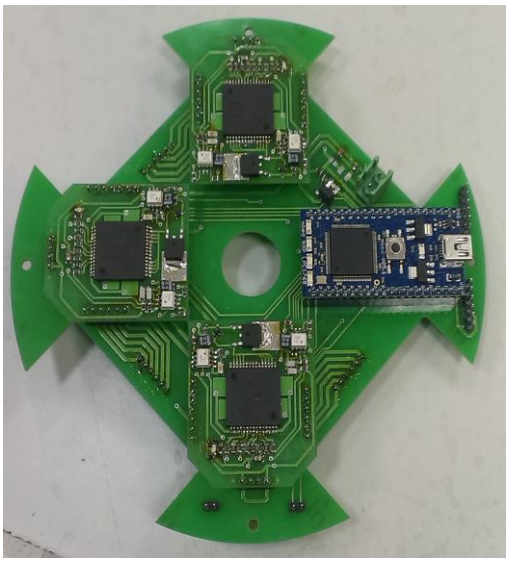


Рис. 2. Плата управления безвинтового подводного робота

Фотографии робота в сборе и без половины оболочки представлены на рис. 3.



Рис. 3. Фотографии безвинтового подводного робота

Управление

Управление осуществляется с персонального компьютера (ПК), для которого было разработано специальное программное обеспечение.

Для управления роботом необходимо задать направления и скорости вращения каждого из роторов, а также время разгона до заданной скорости. Отдельными кнопками осуществляется управление модулями плавучести, которые отвечают за погружение робота. Все команды управления передаются по беспроводному каналу связи (*Bluetooth*).

В окне программы в реальном времени отображаются графики углов поворота робота и линейной скорости, которые строятся с помощью данных, получаемых с внутренней системы навигации (*MPU*9250).

Заключение

В ходе проделанной работы была разработана конструкция модели подводного безвинтового робота. Написаны программы управления. Следующим шагом проекта является, отладка системы управления, проведение экспериментов.

Список литературы

1. *Бочаров Л.* Необитаемые подводные аппараты: состояние и общие тенденции развития // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2009. №8. С. 88-93.
2. *Агеев М.Д., Киселев Л.В., Касаткин Б.А.* Автоматические подводные аппараты. 1981. 223 с.

3. *Бочаров А.Ю.* Современные тенденции в развитии миниатюрных подводных аппаратов и роботов за рубежом // Подводные исследования и робототехника. 2006. № 2. С. 36-52.
4. *Агеев М.Д.* Автономные подводные роботы. Системы и технологии. М.: Наука, 2005. 400 с.
5. *Yuh J.* Design and control of autonomous underwater robots: A survey // Autonomous Robots. 2000. Vol. 8, № 1, PP. 7-24.
6. *Борейко А.А., Горнак В.Е., Мальцева С.В., Матвиенко Ю.В., Михайлов Д.Н.* Малогабаритный многофункциональный автономный необитаемый подводный аппарат "МТ-2010" // Подводные исследования и робототехника. 2011. № 2(12). С. 37-42.
7. *Yamamoto I., Terada Y.* Robotic fish and its technology // Proc. SICE Annual Conference, 2003. Vol. 1. PP. 342-345.
8. *Woolsey C.A., Leonard N.E.* Stabilizing underwater vehicle motion using internal rotors // Automatica. 2002. Vol. 38, № 12, PP. 2053-2062.
9. *Волкова Л.Ю., Яцун С.Ф.* Управление движением трехмассового робота, перемещающегося в жидкой среде // Нелинейная динамика, 2011. Т. 7. № 4. С. 845-857.
10. Патент на полезную модель № 153711 РФ, МПК B 62 D 57/04. Безвинтовой надводный робот/ Борисов А.В. и др.; заявитель и патентообладатель - ФГБОУ ВПО "ИжГТУ имени М.Т. Калашникова"; Заявка: 2014140140/11, 03.10.2014, опубл. 27.07.2015
11. *Рамоданов С.М., Тененев В.А.* Движение тела с переменной геометрией масс в безграничной вязкой жидкости // Нелинейная динамика, 2011. Т. 7. № 3. С. 635-647.
12. *Ветчанин Е.В., Тененев В.А.* Моделирование управления движением в вязкой жидкости тела с переменной геометрией масс // Компьютерные исследования и моделирование. 2011. Т. 3. № 4. С. 371-381.
13. *Ветчанин Е.В., Мамаев И.С., Тененев В.А.* Движение тела с переменной геометрией масс в вязкой жидкости // Нелинейная динамика, 2012. Т. 8. № 4. С. 815-836.
14. *Ветчанин Е. В., Килин А. А.,* Свободное и управляемое движение в жидкости тела с подвижной внутренней массой при наличии циркуляции вокруг тела. // Доклады Академии Наук, 2016. Т. 466. № 3. С. 293-297
15. *Борисов А. В., Килин А. А., Мамаев И. С.,* Как управлять шаром Чаплыгина при помощи роторов II // Нелинейная динамика, 2013. Т. 9. № 1. С. 59-76
16. *Килин А. А., Караваев Ю. Л.,* Экспериментальные исследования динамики сферического робота комбинированного типа // Нелинейная динамика, 2015. Т. 11. № 4. С. 721–734
17. *Ветчанин Е. В., Караваев Ю. Л., Калинкин А. А., Клековкин А. В., Пивоварова Е. Н.,* Модель безвинтового подводного робота // Вестник Удмуртского университета. Математика. Механика. Компьютерные науки, 2015. Т. 25. № 4. С. 544-553

Котельников М.А., магистрант;
Щенятский А.В., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»

Анализ стержневого чувствительного элемента твердотельного волнового гироскопа

Аннотация: В данной статье приведен модальный и динамический анализ стержневого чувствительного элемента (резонатора) твердотельного волнового гироскопа. Выведены задачи для дальнейшего изучения резонатора и сделаны выводы о проделанной работе.

Ключевые слова: Твердотельный волновой гироскоп, чувствительный элемент, резонатор, модальный анализ, динамический анализ.

Введение

В современной технике существует множество различных датчиков некоторые из которых работают на принципах, основанных на создании собственной частоты и измерения отклонения. Чувствительные элементы (ЧЭ) самого датчика [1] могут иметь различные геометрические формы, размеры основных элементов, кроме того, современные материалы, из которых изготавливаются данные детали имеют значительное расхождение в свойствах. Технология изготовления элемента может внести значительный вклад в создание анизотропии, влияние которой применительно к данному изделию еще не изучено. Следовательно, актуальным является разработка, исследование влияние материалов и геометрических параметров ЧЭ выполненного в виде стержня с упругим фланцем на его технические параметры.

В настоящей научной статье проведен анализ влияния геометрических параметров стержневого ЧЭ на его собственные частоты, что позволяет подтвердить целесообразность изготовления данного типа датчиков.

Основная часть

Твердотельный волновой гироскоп (ТВГ) со стержневым ЧЭ является новой разработкой в современной гироскопии [2, 3]. На рис. 1 представлена объемная модель ЧЭ предлагаемая к рассматриваемому типу гироскопа.

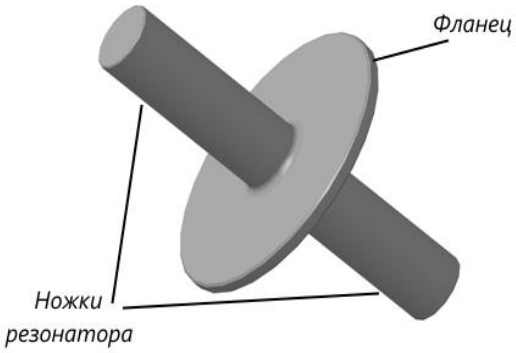


Рис. 1. Объемная модель стержневого ЧЭ

Основное преимущество ТВГ со стержневым резонатором перед ТВГ с полусферическим резонатором [4] заключается в том, что он технологичнее в изготовлении, в экономическом плане более дешевый. Главное его преимущество: не потребуется создавать глубоковакуумный корпус, как у ТВГ с полусферическим резонатором. Со стороны точностных показателей предполагается, что не будет уступать гироскопу с полусферическим резонатором. Недостатком является то, что данный тип ЧЭ мало изучен. Поэтому в первую очередь необходимо провести анализ работоспособности данного резонатора и оценить влияние его геометрических параметров на собственные частоты колебаний [5].

Анализ стержневого ЧЭ

К резонатору, во время его работы, прикладываются гармонически изменяющиеся по определенному закону силы, тем самым вынуждая его деформироваться и совершать колебания [5]. Величины деформаций и их распределение по телу ЧЭ обусловлены его геометрическими параметрами и применяемыми материалами. Кроме того, на разных частотах направления и величины будут значительно различаться, следовательно, необходимо провести динамический и модальный анализ конструкции стержневого резонатора, в результате которого необходимо получить следующие показатели:

- Возможные моды колебаний;
- Собственные частоты резонатора;
- Максимальная амплитуда колебаний ножек;
- Предельная нагрузка, приводящая к разрушению конструкции;
- Напряжение и деформация на разных резонансных частотах при различных силах.

В результате полученных данных можно будет оценить влияние геометрических параметров и их соотношений на характеристики ЧЭ и сделать вывод о возможности изготовления опытного образца для проведения натурного эксперимента и продолжить дальнейшее изучение.

Исследование проводилось в программе *CAE ANSYS*. Для этого задавались моделью стержневого резонатора с реальными размерами, рисунок 2. Материалом резонатора выберем кварцевое стекло с характеристиками, занесенными в таблицу 1.

Таблица 1. **Характеристики кварцевого стекла**

№	Наименование	Значение
1	Плотность	2,2 г/см^3
2	Модуль Юнга	$7{,}5\times10^{10}$Н/м^2
3	Коэффициент Пуассона	0,19
4	Предел прочности	39 МПа
5	Коэффициент внутреннего трения	10^{-4}

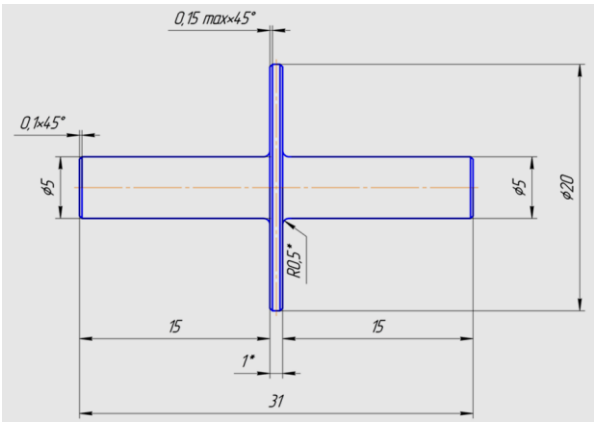


Рис. 2. Эскиз резонатора

Предполагается что в датчике резонатор будет крепиться за фланец, а подвижными элементами будут являться ножки резонатора, поэтому в программе фиксируем фланец. Крепление фланца обеспечивает неподвижность поверхностей в области прижима в радиальном, окружном и осевом направлениях. Поворот также невозможен. Исходя из выше сказанного проводим анализ. Для получения более достоверной информации при моделировании и проведении расчетов выполняем сгущение сетки конечных элементов [6] в зонах изменения геометрии. Наименьший размер конечного элемента составляет 0,1мм.

Результаты анализа

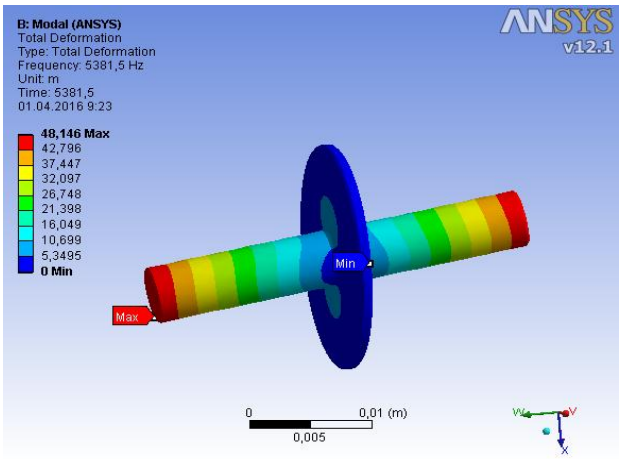


Рис. 3. Первая мода колебаний

При первой моде колебаний ножки резонатора двигаются вдоль оси *X*, с равными по модулю, но с противоположными по знаку амплитудами колебаний. При этом наибольший изгиб происходит в плоскости фланца. Собственная частота равна 5381,5 Гц. Вторая мода колебаний проявляется при частоте 5388,3 Гц и является ортогональной к первой форме.

Первую и вторую форму колебаний можно условно назвать рабочими, так

как предполагается, что на практике резонатор будет вести себя именно так.

Моды колебаний, представленные на рис. 4-6 не являются рабочими, поэтому будут нести информационный смысл.

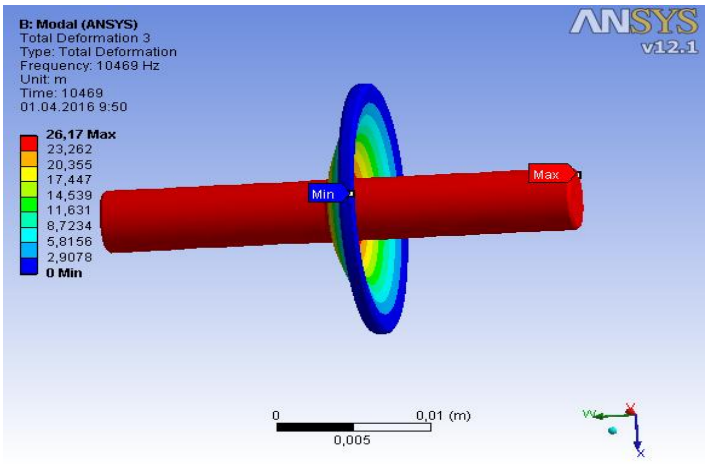


Рис. 4. Третья мода колебаний

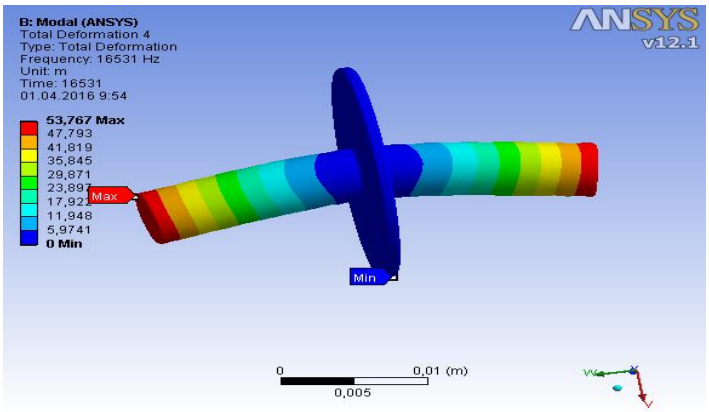


Рис. 5. Четвертая мода колебаний

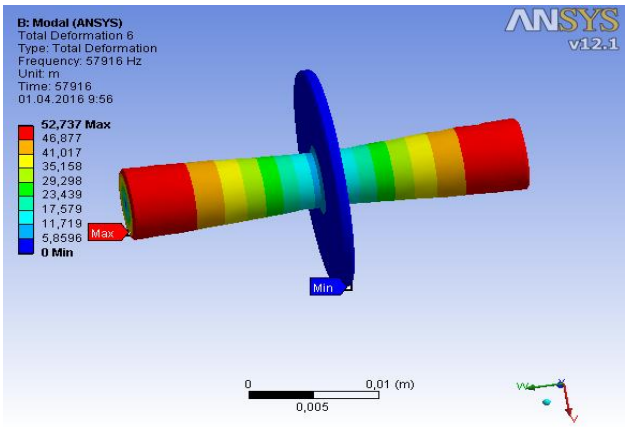


Рис. 6. Пятая мода колебаний

В связи с тем что для 3-5 мод колебаний необходима частота от 10 кГц, а так же данные моды имеют неудобную для управления форму то для

дальнейшего изучение резонатора можно проводить на более низких частота. Динамический анализ проведем для первой моды колебаний с собственной частотой 5381,5 Гц.

Динамический анализ

Постановка задачи:

1. Фиксация стержневого резонатора происходит по торцу фланца.
2. Возбуждение осуществляется по первой моде с собственной частотой 5381,5 Гц.
3. Резонатор выполнен из однородного материала и не имеет технологических дефектов.
4. Силы возбуждения прикладываются к краям ножек и имеют одинаковое значение по модулю, но противоположны по направлению.

Зная, что предел прочности кварцевого стекла равен 39 МПа будем подбирать такую силу, чтобы максимальное напряжение превысило предел прочности, а затем будем уменьшать прикладываемую силу так, чтобы амплитуда ножек резонатора приблизилась к 2 мкм, а так же был обеспечен необходимый запас по прочности.

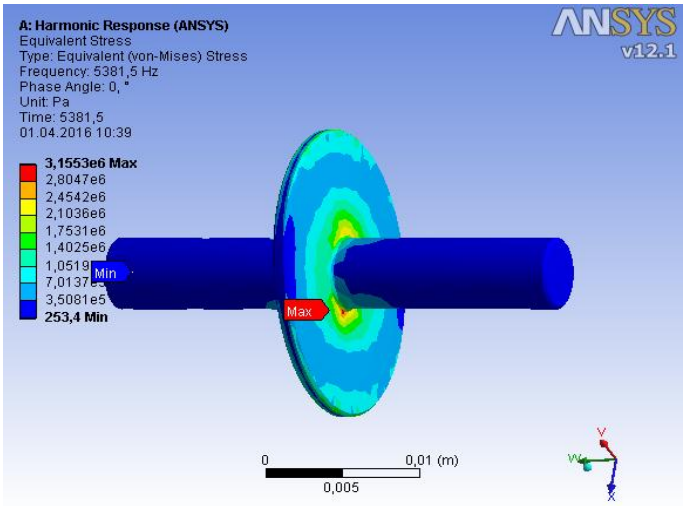


Рис. 7. Деформация резонатора при прикладываемой силе 2×10^{-4} Н

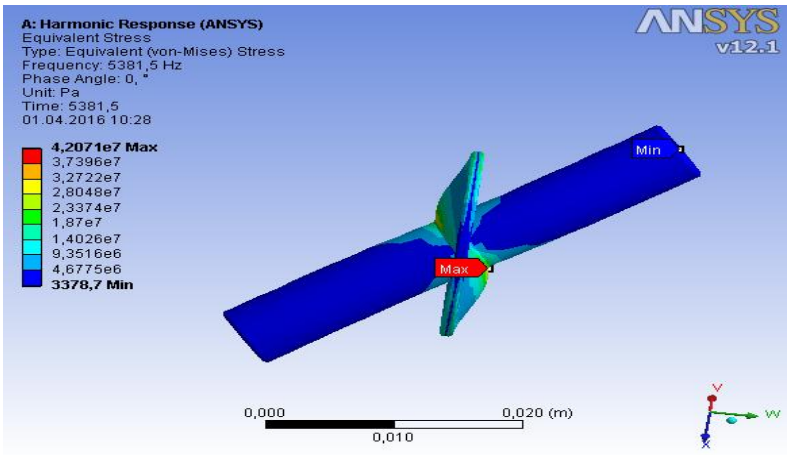


Рис. 8. Деформация резонатора при прикладываемой силе $1,5\times10^{-5}$ Н

На рис. 7 и 8 показана деформация фланца: максимальная и рабочая, для того чтобы разрушить резонатор достаточно применить силу 2×10^{-4} Н, а для рабочего состояния необходима сила $1{,}5\times10^{-5}$ Н. В таблицу 2 занесены значения напряжений и перемещений при приложении силы от 2×10^{-4} Н до $1{,}5\times10^{-5}$ Н.

Таблица 2. **Значения, полученные при динамическом анализе**

№	Прикладываемая сила (Н)	Максимальное напряжение (МПа)	Максимальное перемещение ножек (мкм)
1	2×10^{-4}	42,07	26,2
2	1×10^{-4}	21	13
3	8×10^{-5}	16,8	10,5
4	4×10^{-5}	8,4	5,2
5	$1{,}5\times10^{-5}$	3,16	1,96

Основываясь на результатах, сведенных в таблицу 2 можно сказать, что оптимальным и безопасным будет возбуждение с приложенной силой $1{,}5\times10^{-5}$ (Н), т. к. предполагается, что для получение этой силы необходимо относительно небольшое напряжение, деталь будет иметь низкое напряжение, чем гарантируется целостность резонатора во время работы. Перемещение ножки будет происходит с амплитудой 1,96 мкм.

Проведенный в работе анализ показал, что с одной стороны можно произвести резонатор для проведения эксперимента т. к. для его возбуждения требуется небольшая сила, а также резонатор способен выдерживать нагрузку при этой силе, но с другой стороны требуется дальнейшее изучение, а именно:

1. Оценить влияние изменения геометрии резонатора на его рабочие характеристики;
2. Установить влияние изменения толщины и формы фланца на его рабочие характеристики;
3. Определить влияние массы стержня за счет применения сквозного отверстия на его рабочие характеристики;
4. Применение другого материала чувствительного элемента.

Заключение

В данной статье был рассмотрен модальный и динамический анализ стержневого ЧЭ ТВГ, в которых были определены: возможные моды колебаний, собственные частоты резонатора, максимальная амплитуда колебаний ножек, максимальная прикладываемая сила, дальнейшее увеличение которой приведет к разрушению конструкции, напряжение и деформация на резонансной частоте при различных силах. По полученным значениям можно сделать вывод, что целесообразно проводить дальнейшее изучение конструкции резонатора для получения лучших показателей.

Список литературы

1. *Матвеев В.В., Распопов В.Я.* Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем - СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн ЦНИИ «Электроприбор» 2009 г. - 208 с.
2. *Малеев П.И.* Новые типы гироскопов -- Ленинград, «Судостроение», 1971 г. - 160 с.
3. *Мартыненко Ю.Г.* Тенденции развития современной гироскопии // Соросовский образовательный журнал - 1997 г. [Электронный ресурс]. URL: http://www.pereplet.ru/obrazovanie/stsoros/443.html (Дата обращения 13.04.2015).
4. *Лысов А.Н., Виниченко Н.Т., Лысова А.А.* Прикладная теория гироскопов - Челябинск, 2009 г. 255с.
5. *Zhong Su, Mengyin Fu, Qing Li, Ning Liu, Hong Liu*. Research on Bell-Shaped Vibratory Angular Rate Gyro's // Sensors - 2013 г. 18с.
6. *Зенкевич О.* Метод конечных элементов в технике / Пер. с англ. Под ред. Б.Е. Победри.- М.: Мир, 1975. – 541с.

Кривов[1] *А.В.,* магистрант, инженер-конструктор, e-mail: sashakrvv@yandex.ru;
Абрамов[2] *И.В.,* д.т.н., профессор;

[1]АО «ИЭМЗ«Купол», [2]ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Современное состояние проблемы балансировки резонаторов твердотельного волнового гироскопа

Аннотация: Высокие точностные характеристики твердотельного волнового гироскопа (ТВГ) во многом зависят от балансировки резонатора по первым четырем гармоникам упруго-массового дефекта. Дефекты распределения упруго-массовых погрешностей резонатора ТВГ оказывают существенное влияние на точность прибора. Они приводят к искажению гармоничности колебаний при различных угловых ориентациях волнового поля при основной форме колебаний, что вызывает дрейф гироскопа и снижению добротности. В статье показаны проблемы балансировки чувствительного элемента (ЧЭ) ТВГ и показаны пути повышения ее эффективности.

Ключевые слова: твердотельный волновой гироскоп, дефект, балансировка нечетной гармоники, чувствительный элемент.

Введение

Требования, предъявляемые к точности современных бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) управления, оцениваются скоростью дрейфа гироскопа из-за действия возмущающих воздействий, составляющие тысячные доли градуса в час. Жесткие требования по дрейфу к БИНС, требуют постоянного совершенствования гироскопов по таким

параметрам как точность, надежность, ресурс работы, время готовности, массовые и габаритные характеристики, стоимость и т. д.

В связи с этим в отечественном и зарубежном приборостроении наряду с совершенствованием конструкции и технологии изготовления существующих гироскопов проводится исследования по созданию перспективных гироскопов, функционирующих на новых физических принципах[1-4]. Одним из таких приборов является твердотельный волновой гироскоп.

Работу ТВГ определяет ЧЭ – резонатор полусферической формы, тонкостенный из кварцевого стекла. Он может иметь разную конструкцию, например, полусферический с одной или двумя ножками, стержневой, цилиндрический [1].

Большую роль в создании теории ТВГ и его разработке сыграл доктор Д.Д. Линч (США) [5].

В развитие методов и технологий балансировки внесли вклад ученые Липатников В.И., Журавлёв В.Ф.[1,5] и д.р.

В этих работах основное внимание уделяется процессам балансировки по 4-ой гармонике дефекта резонатора ТВГ.

К настоящему моменту времени конструкции приборов типа ТВГ, можно считать достаточно исследованым. Получены линейные и нелинейные уравнения движения полусферического резонатора при произвольном движении основания и при различных способах возбуждения колебаний [2,3], изучена эволюция стоячей волны в условиях поступательной и угловой вибрации [4], создана электромеханическая модель ТВГ, позволяющая исследовать электрические процессы [5], предложена тепловая модель резонатора для исследования процессов, связанных с влиянием температуры на параметры ЧЭ [6,7].

Проблемы коррекции масс резонатора ТВГ рассматривались в работе [8]. В [9] разработана оригинальная методика идентификации 1-4 гармоник дефекта плотности, состоящая в обработке сигналов системы съема информации с помощью демодуляторов и получении данных для системы уравнений, решая которую, можно определить параметры гармоник. В [6] приводятся данные по балансировке четвертой гармоники распределения упруго-массовых погрешностей резонатора при помощи пучка иона. В [10,11] предлагаются варианты идентификации 1-3 гармоник и их устранения.

Как показал анализ литературы, способы определения дисбалансов от 1-3 гармоник распределения упруго-массовых погрешностей резонатора недостаточно исследованы теоретически и экспериментально, а также не адаптированы для целей практической балансировки резонатора ТВГ. Недостаточно рассмотрены проблемы разработки конструкций установки для определения и коррекции дисбалансов (особенно от 1-3 гармоник дефекта распределения масс). Практически не представлены в литературе экспериментальные данные, показывающие влияние балансировки резонатора на его добротность и дрейф ТВГ. И в России и за рубежом существуют проблемы, связанные с повышением точности ТВГ и системы на его основе.

Создание методов балансировки по 1-ой и 3-ий гармоникам позволит расширить устранение влияние дефектов на параметры точности и добротности ЧЭ.

Разработка методики балансировки по нечетным гармоникам дефектов

Очевидно, что технические характеристики ТВГ существенно зависят от параметров резонатора достигается в процессе его проектировании и изготовления. В свою очередь на вибрационные характеристики ЧЭ оказывают влияние конструкционные и технологические факторы. К конструкционным факторам можно отнести допуски на посадочный размер ножки резонатора, на толщину оболочки полусферы, на зазор между торцем оболочки и основанием. К технологическим дефектам возникающие при изготовлении резонатора относятся некруглость, несферичность, несоосность внутренней и наружной поверхностей полусфер, неперпендикулярность кромки полусферы к оси симметрии резонатора. Добавляется неравномерность модуля упругости (анизотропия физико-механических свойств). Конструктивные факторы и погрешности изготовления обуславливаются неравномерность распределения массы по кромке.

Эти факторы влияют на добротность ЧЭ, а следовательно на точность работы прибора.

Поскольку балансировка резонаторов по нечетным гармоникам развивается сравнительно недавно, глубина поиска была взята - 15 лет (2000-2015 гг.).

Поиск производился по индексу *G*01*C*19/56 «Способ балансировки полусферического резонатора волнового твердотельного гироскопа».

При этом были использованы следующие источники патентной информации:

1) документы справочно-поискового аппарата;

2) полные описания к патентам России;

3) «бюллетень изобретений» (2000-2015гг.).

Результаты поиска источников патентной информации приведены в таблице.

Таблица. **Результаты поиска**

№ п/п	Страна	№ патента, заявки	Название патента, заявки	Дата публикации
1.	Россия	98122643/28	Способ балансировки полусферического резонатора волнового твердотельного гироскопа	27.03.2000
2.	Россия	2544308	Способ определения параметров волнового твердотельного гироскопа	20.03.2015
3.	Россия	2526217	Способ балансировки металлического зубчатого резонатора	20.08.2014
4.	Россия	2526585	Способ определения угла ориентации стоячей волны в твердотельном волновом гироскопе	27.01.2014

Анализ просмотренных материалов показал следующее. Большинство патентов, касающихся балансировки твердотельного волнового гироскопа защищает различные способы идентификации, балансировки нечетных гармоник упруго массового дефекта а так же схем их реализации.

Найденные схемы и методики балансировки реализуют способ определения углового положения и величины дисбаланса по реакциям в опоре ножки.

Рассмотрим более подробно патент, из таблицы 1. В данном патенте (№ 98122643/28) [12] предлагаемый способ балансировки заключается в том, что резонатор закрепляют за ножку, устанавливают пьезоэлектрический датчик на свободном конце ножки, возбуждают колебания, измеряют напряжение датчика для различных ориентаций стоячей волны в резонаторе, рассчитывают неуравновешенную массу математической обработкой полученных экспериментальных данных и удаляют неуравновешенную массу ионным лучом с протяженной поверхности резонатора.

Полусферический резонатор закрепляют за ножку 1 и устанавливают емкостные датчики 2, которые служат для возбуждения колебаний в резонаторе, и на свободный конец резонаторной ножки устанавливают пьезоэлектрический датчик 3 (рис 1.), который измеряет движение свободного конца резонаторной ножки, после чего с помощью датчиков 2 возбуждают стоячую волну в резонаторе.

Движение свободного конца резонаторной ножки зависит от величины несбалансированной массы резонатора. Пусть ρ(ϕ) - функция распределения массы резонатора в зависимости от азимутального угла ϕ. Любой дефект реального резонатора может быть описан разложением функции ρ(ϕ) в ряд Фурье:

$$\rho(\varphi) = \rho_0 + \rho_1 \cos(\varphi - \varphi_1) + \rho_2 \cos 2(\varphi - \varphi_2) + \rho_3 \cos 3(\varphi - \varphi_3) + \rho_4 \cos 4(\varphi - \varphi_4) + \ldots \quad (1)$$

где $\rho_1 \ldots \rho_i$ - амплитуды гармоник массового дефекта; $\phi_1 \ldots \phi_l$ - ориентация гармоник массового дефекта относительно полусферической оболочки резонатора.

Первая и третья гармоники ряда (1) приводят к поперечным движениям резонаторной ножки, а вторая гармоника - к ее продольным движениям при 2-ой форме колебаний оболочки резонатора. Именно эти 3 гармоники массового дефекта должны быть определены и устранены при балансировке. Измеряя напряжение датчика 3 при различных ориентациях стоячей волны получаем массив точек $U_i(\phi_i)$, который может быть математически аппроксимирован функцией вида:

$$U(\varphi) = U_1 \cos(\varphi - \varphi_1) + U_2 \cos 2(\varphi - \varphi_2) + U_3 \cos 3(\varphi - \varphi_3) \quad (2)$$

Коэффициенты U_1-U_3 прямо пропорциональны амплитудам гармоник массового дефекта ρ_1-ρ_3, а углы ϕ_1-ϕ_3 указывают их ориентацию относительно

оболочки резонатора. Эти коэффициенты и углы рассчитывают математической обработкой полученных экспериментальных данных, для чего аппроксимируют массив точек $U_i(\phi_i)$ функцией (2). В результате расчета получают амплитуды гармоник массового дефекта ρ_1-ρ_3 и соответствующие углы ϕ_1-ϕ_3.

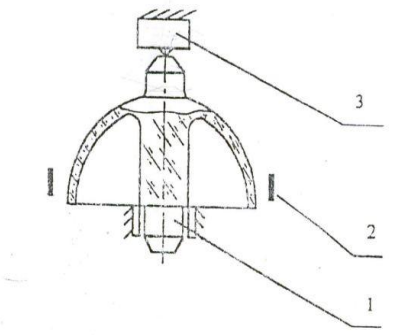


Рисунок. Схема идентификации дефекта рассмотренной статьи

Как видно из описания патента, снимаемый с пьезоэлектрического датчика сигнал является по сути интегрированным как в пространстве, не привязанным к осям координат, так и не дифференцирующий влияние конструктивных параметров резонатора и допусков на их изготовления на его величину.

Интегрированный сигнал с трех осевого пьезоэлектрического датчика дифференцируется только математическим пересчетом, путем разложения в ряд Фурье (2). Данный способ не позволяет определять вид дефекта например, разнотолщинность стенки резонатора, смещение центра масс от геометрической оси, остаточных напряжений в теле резонатора.

Проведенный анализ показывает что для повышения точности идентификации отклонения амплитудных колебаний по азимуту целесообразно проводить измерения вибраций по трем осям. Это позволит выявлять каждую из первых трех гармоник колебательного процесса в соответствии с уравнением (2). Для проверки этой гипотезы предлагается разработать стенд позволяющий измерять поперечные колебания ножки по азимуту и методику определения нечетных гармоник дефекта расположением одно-осевого пьезоэлектрического датчика для измерения поперечных перемещений ножки резонатора. Балансировка 1 и 3 гармоники дефекта позволяет упростить процесс балансировки и существенно сократить ее время.

Заключение

Проведенный анализ современного состояния проблемы балансировки резонатора ТВГ свидетельствует о недостаточности исследований в области определения дисбалансов резонатора, их влияние на его амплитудно-частотную характеристику и степени устранения влияния погрешностей изготовления резонатора ТВГ .

В случае положительных результатов балансировки резонаторов на основании идентификации дефектов резонатора путем обработки результатов

измерений поперечных колебаний ножки резонатора, упрощается как сам процесс балансировки так и сокращается её время.

Список литературы

1. *Матвеев В.А., Липатников В.И., Алехин А.В.* Проектирование волнового твердотельного гироскопа. - МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1998.
2. *Егармин Н.Е.* «О прецессии стоячих волн вращающейся осесимметричной оболочки» Изд. АН СССР. МТТ.1986. №1. С. 142-148.
3. *Егармин Н.Е.* « Динамика неидеальной оболочки и управление ее колебаниями» Изв. РАН. МТТ. 1993. № 4. С. 49-59.
4. *Егармин Н.Е.* «Некоторые проблемы динамики волнового твердотельного гироскопа» АН. СССР. ИПМ.-М.,1989. 44 с.
5. *Журавлев В.Ф., Линч Д.Д.* «Электрическая модель волнового твердотельного гироскопа» Изв. РАН. МТТ. 1995. №5. С.12-17.
6. *Белкин А.А.* «Разработка технологии и оборудования для балансировки полусферического резонатора волнового твердотельного гироскопа лазерным излучением» Дис.канд. Техн. Наук. М. 2000.
7. *Лунин Б.С.* «Физико-химические основы разработки полусферических резонаторов волновых твердотельных гироскопов» Москва: изд. МАИ. 2005.
8. *Жбанов Ю.К. .Журавлёв В.Ф.* «Влияние подвижности центра резонатора на работу волнового твердотельного гироскопа» Изв.РАН. МТТ. 2007. №6. С.14-24.
9. *Жбанов Ю.К., Журавлёв В.Ф.* «О балансировке волнового твердотельного гироскопа.» Изв. РАН. МТТ.1998. №4. С.4-16.4.
10. *Бодунов Б.П., Лопатин В.М., Лунин Б.С.* «Способ балансировки полусферического резонатора волнового твердотельного гироскопа» Патент РФ. 7G01C 19/56.RU 2147117. (1998).
11. *Калёнова Н.В.* «Динамические эффекты неуравновешенности полусферического резонатора твердотельного волнового гироскопа и методы его балансировки» Автореферат 2012-А/7338
12. Способ балансировки полусферического резонатора волнового твердотельного гироскопа. Патент № 98122643/28.

Лещев Е.В., магистрант vensertion@rambler.ru
Трефилов С.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет
Имени М.Т. Калашникова»

Координирование в пространстве летательного аппарата методом ультразвуковой ориентации

Аннотация: Координирование беспилотного летательного аппарата является важной частью его полета. В связи с этим автоматическое определение координат беспилотного летательного аппарата является актуальной задачей на сегодняшний

день, поскольку беспилотные летательные аппараты имеют большие перспективы для самого различного применения. Представленная методика определения координат позволяет координировать беспилотный летательный аппарат в пространстве при помощи ультразвуковых маяков.

Ключевые слова: летательный аппарат, координирование, ультразвук, маяки.

Введение

С недавних пор внимание разработчиков беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) привлекают мультикоптеры (многороторные платформы) – аппараты вертолетного типа с несколькими несущими винтами, которые имеют явные преимущества для задач мониторинга перед обычными вертолетами. Создание системы координирования при помощи ультразвуковой ориентации является актуальной задачей, поскольку на данный момент существуешь множество систем автоматического определения координат летательного аппарата.

Описание работы системы определения координат

Система устроена следующим образом: вокруг посадочной площадки установлены 3 маяка, которые в разные моменты времени генерируют сигнал, который принимает находящийся на беспилотном летательном аппарате датчик. После этого определяются расстояния до каждого из маяков, а из них координаты аппарата.

Рассмотрим все пункты отдельно. На рис. 1 представлен график сигналов, исходящих с маяков.

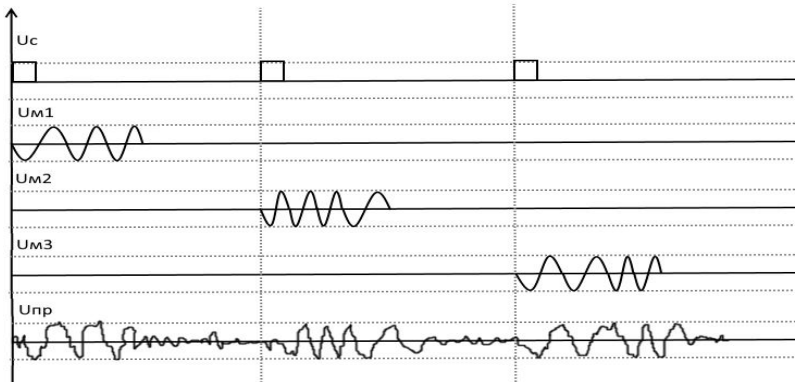


Рис. 1. График сигналов, исходящих с маяков

На графике *Uc* – импульсы источника точного времени, *Uм*1 – сигнал первого маяка, *Uм*2 – сигнал второго маяка, *Uм*3 – сигнал третьего маяка, *U*пр – принятый гексакоптером сигнал.

Все маяки и БЛА снабжены источником точного времени, который генерирует синхронизирующие импульсы *Uc* через промежутки времени *T*впс. *T*впс – время прохождения сигналом расстояния *S*впс, за пределы которого не может вылететь БЛА. Таким образом *T*впс = *S*впс / *U*сигнала.

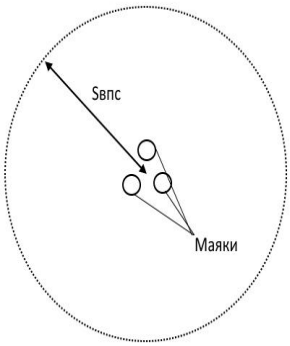


Рис. 2. Расстояние, за пределы которого не вылетает БЛА

Маяки отправляют модулированный по фазе сигнал поочередно (для того чтобы одновременно в эфир был отправлен лишь один сигнал с одного маяка), причем каждый маяк отправляет свой сигнал, отличающийся от остальных. Таким образом отправленный сигнал может быть расшифрован приемником, находящемся на гексакоптере, и можно определить от какого маяка был получен сигнал.

Принимающее устройство, находящееся на БЛА, принимает сигнал *U*пр с шумом. Наложенный на принятый сигнал шум мешает точному определению времени, за которое сигнал от маяка проходит расстояние до приемника. В связи с этим для более точного определения момента прихода сигнала используем метод, следующий далее.

Формируем сигнал, исходящий от маяка.

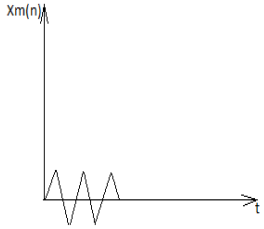


Рис. 3. Излучаемый сигнал

Сигнал достигает приемник с некоторой временной задержкой *t*.

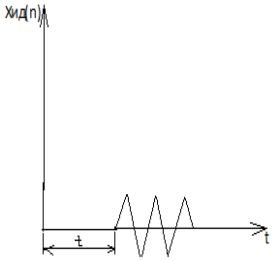


Рис. 4. Идеальный принятый сигнал

На сигнал накладываются различные шумы. В итоге получаем сигнал, достигший приемника.

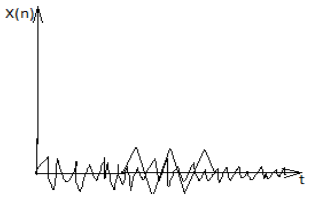


Рис. 5. Реальный принятый сигнал

Для отделения полезного сигнала среди смеси сигнал-шум применим преобразование Фурье для сформированного сигнала $X_m(n)$.

$$X_m(k) = \sum_{n=0}^{m-1}(X_m(n)e^{-j\frac{2\pi kn}{m}}),$$

Определим спектр принятого сигнала $X(n)$.

$$X_m(k) = \sum_{n=0}^{m-1}(X(n)e^{-j\frac{2\pi kn}{m}}),$$

Найдем корреляционную функцию двух вышеописанных сигналов

$$r(n) = \frac{1}{m}\sum_{n=0}^{m-1}(X_m(k)X(k)e^{+j\frac{2\pi kn}{m}}),$$

В результате получим время задержки импульса, соответствующее времени максимального значения корреляционной функции (рис. 6).

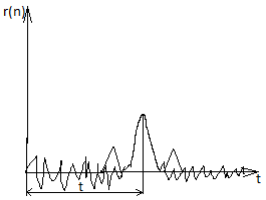


Рис. 6. Корреляционная функция излученного и принятого сигналов

Расстояние определим по формуле $S = V\,t$, где V - скорость волн, t - найденное время задержки.

Зная расстояния до каждого маяка, можно найти координаты нахождения БЛА в данный момент времени. На рис. 7 показана схема определения координат БЛА в данный момент времени.

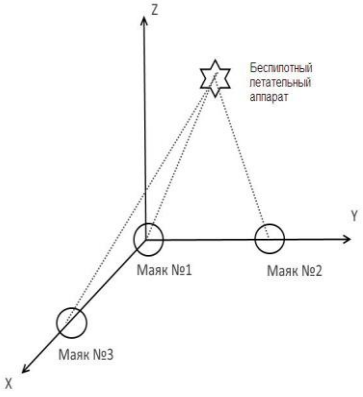


Рис. 7. Схема определения координат БЛА

Рассмотрим для удобства отдельно плоскости *ZY* и *ZX*.

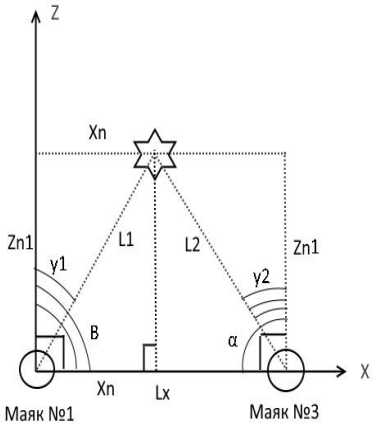


Рис. 8. Схема определение координат в плоскости *ZX: Lx* – расстояние между маяками 1 и 3, *L*1 – проекция расстояния от первого маяка до приемника на плоскость *ZX*, *L*2 – проекция расстояния от третьего маяка до приемника на плоскость *ZX*.

Найдем угол α и β.

$$\alpha = \frac{\arccos(L_2^2 + Lx^2 - L_1^2)}{2 * L_2 * Lx}, ,$$

$$\beta = \frac{\arccos(L_1^2 + Lx^2 - L_1^2)}{2 * L_1 * Ly}, .$$

Углы γ_1 и γ_2 рассчитываются : $\gamma_1 = 90 - \beta$, $\gamma_2 = 90 - \alpha$.

Зная γ_1 и γ_2, можно найти координаты:

$Zn1 = L_2 \cos\gamma_2$, $Xn = L_1 \sin\gamma_2$.

Теперь рассмотрим плоскость *ZY*.

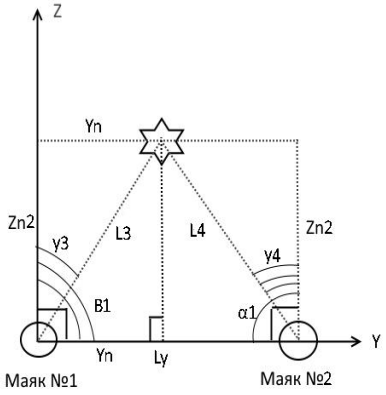


Рис. 9. Схема определение координат в плоскости *ZY: Ly* – расстояние между маяками 1 и 2 , *L*1 – проекция расстояния от первого маяка до приемника на плоскость *ZY*, *L*2 – проекция расстояния от третьего маяка до приемника на плоскость *ZY*

Найдем угол $\alpha 1$ и $\beta 1$.

$$\alpha 1 = \frac{\arccos(L_4^2 + Ly^2 - L_3^2)}{2 * L_4 * Ly},$$

$$\beta 1 = \frac{\arccos(L_3^2 + Ly^2 - L_3^2)}{2 * L_3 * Ly} \ .$$

Углы γ_3 и γ_4 рассчитываются : $\gamma_3 = 90 - \beta 1$, $\gamma_4 = 90 - \alpha 1$.

Зная γ_3 и γ_4, можно найти координаты:

$Zn2 = L_4 \cos\gamma_4$, $Xn = L_3 \sin\gamma_3$.

Таким образом координаты должны быть определены.

Составим алгоритм работы системы определения координат:

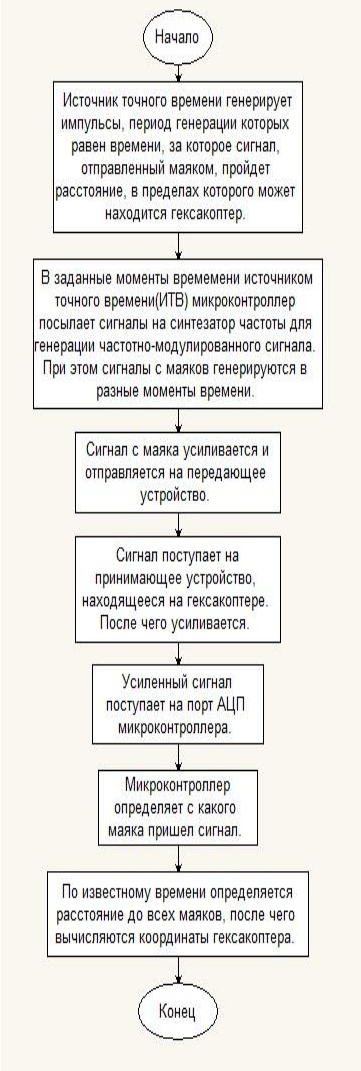


Рис. 10. Алгоритм работы системы определения координат

Теперь составим блок-схему работы устройства:

Блок-схема устройства представлена на рис. 11.

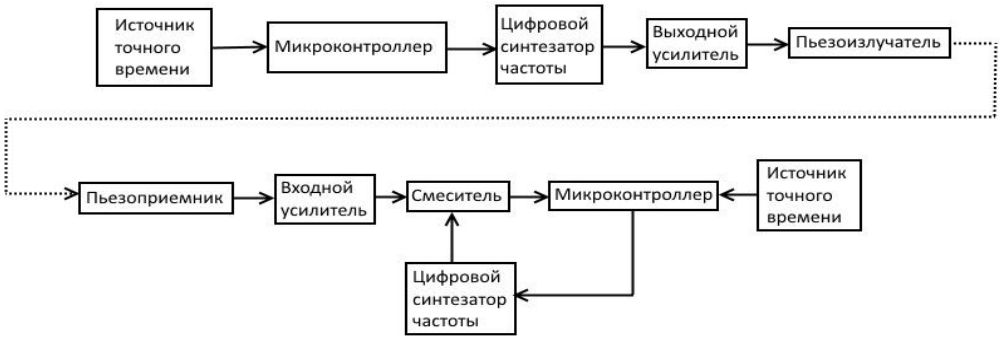


Рис. 11. Блок-схема работы устройства

Микроконтроллеры связаны по времени при помощи источника точного времени. Таким образом, они знают моменты времени, в которые должен быть отправлен сигнал. Микроконтроллер отправляет данные по последовательному интерфейсу цифровому синтезатору частоты. Цифровой синтезатор частоты генерирует нужный сигнал, который уходит на выходной усилительный каскад, усиливается, и отправляется в эфир через пьезоизлучатель.

После отправки сигналы принимаются пьезоприемником, усиливаются, и поступают на смеситель, где умножаются с несущим сигналом, который генерируется цифровым синтезатором частоты. Далее детектированный сигнал поступает на микроконтроллер, где вычисляется маяк, с которого пришел сигнал, и время за которое сигнал дошел. После чего вычисляются координаты.

Заключение

Таким образом был представлен алгоритм работы системы определения координат БЛА при помощи ультразвуковой ориентации, который основан на определении расстояний от места посадки до БЛА при помощи ультразвуковых маяков. Чтобы принять окончательные выводы по этому алгоритму нужно провести ряд испытаний, определиться с выбором элементной базы и узнать его полную стоимость.

Список литературы

1. *Горбатов А.А., Рудашевский Г.Е.* Акустические методы измерения расстояний и управления: Энергоиздат, 1981.
2. *Гутников В.С.* Фильтрация измерительных сигналов: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние, 1990.
3. *Титце У., Шенк К.* Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство: Мир, 1982.
4. *Емельянова О.В.* Изучение движения квадрокоптера в вертикальной плоскости / О. В. Емельянова, С. Ф. Яцун, Н. И. Попов // Актуальные вопросы технических наук: материалы II междунар. науч. конф. (г. Пермь, февраль 2013 г.). — Пермь: Меркурий, 2013. — С. 66-69.

Матлахов В.П., к.т.н., доцент, e-mail: atsys@tu-bryansk.ru;
Мороз И.Р., студент, e-mail: 26vanj26@gmail.com;
Рыжиченко А.И., студент, e-mail: antrizhi@gmail.com;
Степанов А.В., студент, e-mail: stepanov.av@bk.ru

ФБГОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Разработка роботизированной человекоподобной руки под управлением *Arduino*

Аннотация: Статья посвящена разработке роботизированного прототипа руки человека под управлением Arduino, который может повторять базовые движения кисти человека.

Ключевые слова: робототехника, микроконтроллеры, *Arduino,* 3*D* печать, протезирование.

В 2015 году на базе Брянского государственного технического университета были учреждены два кружка для студентов: кружок робототехники и кружок 3*D* прототипирования.

В рамках научного кружка «Робототехника» возникла идея в короткие сроки создать готовый прототип человеческой руки, обеспечивающей базовые движения человеческой кисти. За основу был взят открытый проект *InMoov* [1] который предоставляет в свободном доступе готовые решения для 3*D* печати различных частей человеческого тела. При поддержке кружка 3*D* прототипирования были напечатаны и собраны необходимые элементы кисти и предплечья [2].

Для решения задачи управления для роботизированной руки необходимо использовать сложное электронное устройство, которое будет иметь возможность работать с датчиками, которые снимают положение руки в определенный момент времени и сервоприводами, благодаря которым, обеспечиваются движения пальцами руки.

Для управления сервоприводами, необходимо понимать принцип их работы. Он заключается в том, что на сигнальный провод сервопривода необходимо подавать ШИМ-сигнал (Широтно-импульсная модуляция). Поставив после ШИМ фильтр низкой частоты, можно получить аналоговый сигнал напряжения в пределах от 0 до 5 вольт. В сервоприводе с основным его валом соединен потенциометр, который превращает угол поворота вала в напряжение. Электронная схема на борту сервопривода сравнивает напряжение с потенциометра и напряжение, которое предается в виде ШИМ по управляющему проводу и в результате чего поворачивает вал таким образом, чтобы эти два напряжения стали равными [3,4].

В качестве датчиков, фиксирующих положение пальцев, используются датчики изгиба, произведенные по запатентованной технологии *Spectra Symbol* и используются в оригинальных игровых контроллерах *Nintendo Power Glove*.

Этот датчик представляет из себя гибкую подложку на которую нанесен токопроводящий слой черного цвета, разделенный прямоугольными пластинами металла. Когда датчик сгибается пластинами наружу, его сопротивление увеличивается.

В процессе работы у каждого датчика изменяется сопротивление, поэтому задача сбора информации с датчиков состоит в измерении их сопротивления. В микропроцессорной технике для перевода аналоговых величин в цифровые, а именно напряжения используется АЦП – Аналогово-цифровой преобразователь, поэтому, для перевода величины сопротивления в напряжение нужно использовать резисторный делитель напряжения. Номинал резистора, подключаемый к питанию, необходимо выбрать такой, чтобы его сопротивление примерно было равно среднему значению сопротивления на датчике. Используя делитель на выходе, получаем сигнал, который будет меняться в определенных пределах значения напряжения. Для защиты от помех и более стабильной работы необходимо дополнять систему управления программным фильтром низких частот, устраняющим как сильные единичные помехи, так и шумовые подавляющие сигнала. Также необходимо предусмотреть коррекцию номинальной статической характеристики датчиков для поддержания необходимой точности измерений [5,6].

Учитывая все вышеописанные требования, которыми должна обладать управляющая система, была выбрана платформа *Arduino*. *Arduino* – это плата, основным компонентом которой является микроконтроллер фирмы *Atmel* серии *ATmega*. На этой плате установлена необходимая обвязка – устройства, необходимые для работы микроконтроллера и для связи платы с компьютером. Программы пишутся на языке программирования *C++*, а встроенные библиотеки помогают разработчику не задумываться о архитектуре микроконтроллера, а всецело направить свой творческий потенциал для решения поставленных задач управления, не отвлекаясь ни на какие нюансы микросхемы. Библиотека *Servo.h* позволяет работать с сервоприводами. Двумя простыми функциями *attach* – настройка вывода *Arduino* для работы с сервоприводом и *write* – запись значения угла поворота оси. Сервопривод подключается тремя проводами, два из которых питание и земля, а третий сигнальный провод, который как раз подключаем к настроенному выходу микроконтроллера функцией *attach*.

Для работы с *Arduino* существует бесплатная среда разработки *Arduino IDE*, работающая на всех популярных платформах. Повышенный интерес к Arduino еще вызван тем, что в большинстве случаев при сборке устройств, нет необходимости брать в руки паяльник, чтобы посмотреть и отладить будущий проект, это несомненно является преимуществом. Для того чтобы запрограммировать микроконтроллер не требуются специализированные программаторы. Плата соединяется с компьютером через *USB*, а микроконтроллер имеет возможность прошивать себя сам, но могут быть и проблемы с такой системой, если вдруг повредится загрузчик – программа,

изначально записанная в микроконтроллер, то все-таки потребуется *ISP* программатор.

На *Arduino* имеется 6 аналоговых входов, то есть входом АЦП, к которым можно подключить разнообразные датчики. Микроконтроллеры *Atmega*, используемые в *Arduino*, содержат шестиканальный аналого-цифровой преобразователь (АЦП). Разрешение преобразователя составляет 10 бит, что позволяет на выходе получать значения от 0 до 1023. Основным применением аналоговых входов большинства платформ *Arduino* является чтение аналоговых датчиков. Считывание значение с аналогового входа занимает примерно 100 микросекунд (0.0001 сек), т.е. максимальная частота считывания приблизительно 10,000 раз в секунду. Для работы с АЦП используется функция *analogRead*(*pin*), где *pin* – номер аналогово входа.

Главным недостатком аналогового сигнала является неустойчивость к внешним шумам. Если провод от сенсора до микроконтроллера будет достаточно длинным, он начнёт работать как антенна и улавливать внешние электромагнитные поля: провод сам будет влиять на выходное напряжение и тем самым искажать показания. Поэтому разумный предел длины провода для аналогового сенсора — не более 50 см. Чтобы уменьшить влияние помех на полезный сигнал можно воспользоваться усреднением. Так как помехи носят случайный характер, они будут влиять на полезный сигнал тем меньше, чем больше выборок используется для усреднения.

Заранее точного сопротивления для каждого датчика неизвестно. То есть нельзя знать наверняка при какой степени изгиба датчика будет определенное его сопротивление, поэтому в системе управления предусмотрена инициализация максимальных и минимальных значений. В начальный момент времени в массивы максимальных и минимальных значений записываются текущие значения, полученные с АЦП. По мере работы программы они будут инициализированы полностью, для этого нужно сжать перчатку в кулак и разжать. Вполне очевидно, что в процессе работы оператор может и не до конца сжимать руку, поэтому необходима корректировка крайних положений, для этого через определенный промежуток времени максимальное значение уменьшается, а минимальное увеличивается.

В роботизированной руке, сервоприводы должны обеспечивать определенный поворот на определенный угол, поэтому немаловажным было реализовать программное ограничение угла поворота сервопривода, до заданного – максимальные и минимальные углы поворота записываются в специальный массив на этапе разработки и отладки программы.

В настоящий момент «рука» управляется с помощью контроллера собственной разработки, на базе датчиков изгиба с пакетной передачей данных по каналу радиосвязи использованием радиомодуля и представляет из себя перчатку. Для реализации этого используются две платы Arduino, одна крепиться на «руке» и играет роль приемника, другая, находящаяся на перчатке является передатчиком. Передатчик связан с датчиками изгиба, что позволяет снимать их показания и отправлять их на приемник, где они обрабатываются

программой, вшитой в микроконтроллер платы. Такое решение позволяет использовать руку на расстоянии до 1000 метров.

Принцип дистанционного управление лежит в основе нашего виденья использования «руки». Эта разработка позволит выполнять различные опасные операции без вреда для здоровья. Например, на научных объектах, с опасными радиационными, гамма, альфа и другими излучениями. Так же ее можно применять в военной или тяжелой промышленности, где деятельность сопряжена с риском. Например, нашу «руку» можно будет использовать в качестве инструмента сапера, что позволит сократить смертность в этой профессии фактически до нуля.

Ближайший шаг, в развитии этого направления мы видим в использовании блютуз модуля. Данная доработка позволит управлять «рукой» с телефона, что будет означать возможность её массового использования. При таком управлении будет возможно внедрение нашего продукта в частное хозяйства. Мы считаем, что «руке» найдется применение в домах у простых людей, на кухне, в гараже и т.д. Блютуз модуль может использоваться в связке с голосовым управлением.

Возможен и второй вариант развития нашего продукта — протезирование. Протезирование очень актуально в наше время. В связи с высоким количеством всевозможных природных и техногенных катастроф, все больше и больше людей становятся инвалидами. Так же не стоит забывать о природных биологических аномалиях. Протезирование позволяет людям с отклонениями вернуть утраченные возможности. И речь идет не только о простом протезировании, но и о экзопротезировании. Разница заключается в том, что, как правило, протез управляется остаточными мышечными сокращениями, то есть протез является своего рода продолжением мышц человека. При попытке сократить мышцу, управляющую каким-либо движением, остаточное сокращение передается протезу, и он выполняет действие, которое задумал человек. Суть экзопротезов кардинально отличается. В таком протезе, управление происходит под действием импульсов головного мозга.

В мире существует немалое количество аналогов нашего изобретения, но они очень дорогостоящие. Стоимость нашего изделия будет в разы отличаться от стоимости зарубежных конкурентов.

Список литературы

1. Открытый проект InMoov [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://inmoov.fr
2. *Левый, Д.В.* Применение 3*D*-прототипирования в научной работе и учебном процессе / Д. В. Левый // Инновационные модели системы образования – ресурс развития региональных территорий»: материалы международной научно-практической конференции: - Рославль: филиал Университета машиностроения в г. Рославле, 2015. – С.61-63.

3. *Матлахов В.П.* Разработка прототипа руки под управлением *Arduino*/ В. П. Матлахов, И.Р. Мороз, А.И. Рыжиченко, А.В. Степанов// Инновационные модели системы образования – ресурс развития региональных территорий»: материалы международной научно-практической конференции: - Рославль: филиал Университета машиностроения в г. Рославле, 2015. – С.29-31.
4. *Федонин О.Н.*Технические средства автоматизации контроля и диагностики и систем управления: учеб. пособие/ О.Н. Федонин, С.Ю.Съянов, Петрешин Д.И. - Брянск: БГТУ, 2013. - 137 с.
5. *Федонин О.Н.* Система автоматического управления температурой в трехзонной печи с микропроцессорным ПИД-регулятором фирмы "ОВЕН"/ О.Н. Федонин, В.А. Хандожко, В.П. Матлахов // Вестн. БГТУ. - 2015.- №3.- С. 98-104.
6. *Федонин О.Н.* Разработка автоматизированной системы управления влажностью в сушильной камере на базе приборов фирмы "ОВЕН"/ О.Н. Федонин, В.А. Хандожко, В.П. Матлахов // Вестн. БГТУ. - 2014.- №2.- С. 80-85.

Плехов М.О., студент, e-mail: plehovmisha@mail.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Постановка задачи проектирования мобильного робота для уничтожения взрывчатых веществ

Аннотация: Производство на современном этапе развития сложно представить без активного внедрения робототехники. Особое внимание направленно на разработку роботов, которые будут применяться в военное, так и в мирное время, ведь с помощью него становиться возможным сохранение жизней солдат. Данная необходимость подводит к постановке следующей цели: используя знания и разработки существующих мобильных роботов, предложить систему, которая удовлетворяет основным военным требованиям и способна обезвреживать взрывчатые вещества. Основные требования:

1. Время работы;
2. Способность ходовой части эффективно преодолевать рельефа окружающей среды;
3. Выполнение поставленных задач, с наименьшей зависимостью от внешних факторов.

Мобильные роботы активно используются в боевых действиях, но присутствуют существенные проблемы при их эксплуатации. Движущей силой робота является двигатель, который осуществляет свою работу за счет аккумуляторных батареей. Из-за этого время работы робота ограничивается энергетическим запасом батарей. Одним из решений послужит использование комбинированных двигателей, это электродвигатель и двигатель внутреннего сгорания. На данный момент есть примеры применения данной комбинации в автомобилестроении, но по каким-то причинам не применяются в мобильных роботах. Одну из функций, которою может выполнять двигатель внутреннего

сгорания, это подзаряжать электродвигатель. Было предложено спроектировать для мобильного робота 4-х тактный одноцилиндровый двигатель с эффективной мощностью 4 кВт. На данный момент проведены следующие расчеты:

1. Тепловой;
2. Кинематический;
3. Динамический;
4. Поршневой и шатунной группы;
5. Коленчатого вала;
6. Системы охлаждения.

Данные расчеты позволят спроектировать двигатель и оттолкнувшись от этого, провести тяговый расчет с учетом, что предварительно робот будет использовать гусеничную ходовую часть, т.к. она зарекомендовала себя на множестве мобильных роботах. Тяговый расчет позволит лучше понять весовые и геометрические параметры робота, определиться с максимальной мощностью и тягово-скоростными свойствами.

Ключевые слова: мобильный робот, взрывчатые вещества, ходовая часть, проектирование, замораживание жидким азотом.

При проектирование мобильного робота решением одной из основной задачей является создание ходовой части, с помощью которой он будет приспособлен к прохождению в труднопроходимых местах. В настоящие время развивается основной класс робототехнических систем, чертой которых является способность к перемещениям в пространстве. Разновидность и диапазон применения мобильных роботов очень широк. Мобильный робот может быть представлен в двух системах - специальной и транспортной. Транспортная система - транспортное средство, предназначенное для доставки специального и технологического оборудования к месту поставленной задачи. Транспортное средство состоит из ходовой части, корпуса и энергетической установки, как правило, система управления устанавливается внутри корпуса. В зависимости от типа среды эксплуатации ходовая часть может быть гусеничная, колесная, колесно-гусеничная, шагающая, роторная. Облик наземного мобильного робота в первую очередь определяется типом и конструкцией ходовой части, служащего для преобразования в процессе взаимодействия с внешней средой усилия, получаемого от двигателя, в тяговое усилие, движущее транспортное средство. Осуществить выбор типа ходовой части и его габаритных размеров очень трудоемко. Достаточно сложной задачей является создание универсальной конструкции ходовой части, которая позволила бы передвигаться в различных условиях окружающей среды, поэтому сложность в пересечении местности, зданий и элементов сооружений, являются причиной создания многочисленного числа ходовых частей для разнообразных назначений мобильного робота. Для взрывотехнических работ и предотвращения антитеррористических операций применяются мобильные роботы специального назначения, также для решения следующего ряда задач:

1. Поиск, диагностика или уничтожение взрывчатых веществ.
2. Обезвреживание взрывчатых веществ.

3. Доставка спецсредств.
4. Видео разведка.
5. Разрушение посторонних объектов.
6. Патрулирование территории.
7. Нейтрализация нарушителей.

Выбор ходовой части, в первую очередь зависит от назначения и области применения мобильного робота. В ходе проведения литературно-патентного обзора была разработана подробная классификация мобильных роботов, представленная на рис. 1.

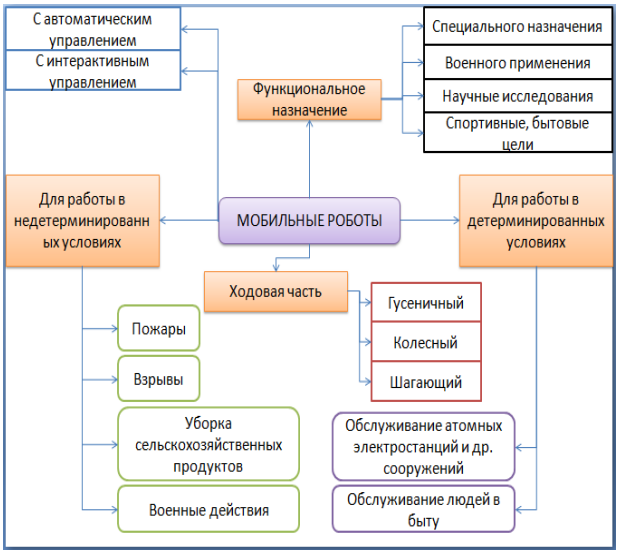


Рис. 1. Классификация мобильных роботов

С учетом основных требований, которые предъявляются к проектируемому мобильному роботу, а именно мобильность и проходимость в зонах, где присутствует угроза для жизни человека, за основу была принята ходовая часть мобильного робота компании Сервосила «Инженер»[1], представленная на рис. 2.

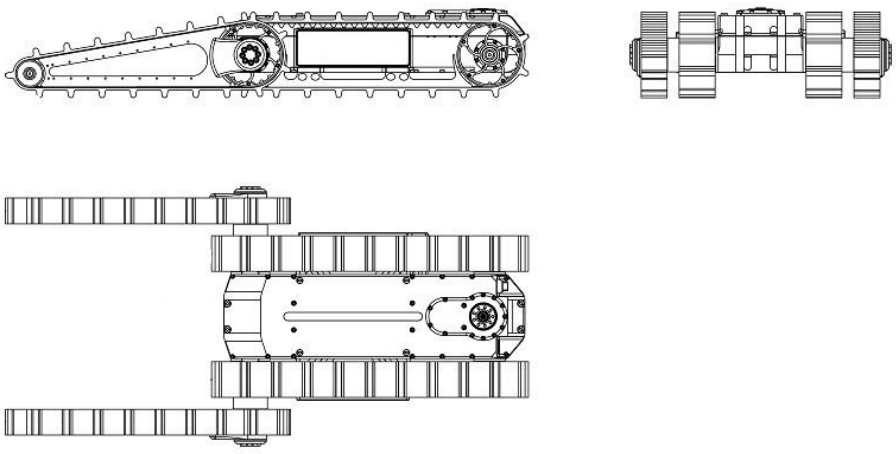


Рис. 2. Общий вид мобильного робота «Инженер»

В мире распространено несколько типов гибридных силовых установок. Микрогибрид представляет собой обычный силовой агрегат, т.е.: ДВС, сцепление и коробка передач. Вместо генератора, восстанавливающего заряд АКБ, на нем установлена электрическая машина, работающая как в режиме электродвигателя, так и в режиме генератора. Двигатель внутреннего сгорания автоматически отключается, когда автомобиль стоит в пробках или перед светофором. Когда дорога освобождается, ДВС вновь запускается с помощью электрической машины. Эта система называется stop&start. К полугибридам относят транспортное средство, у которого в состав силового агрегата входит электромотор, причем уже на равных правах с ДВС. При этом автомобиль не может передвигаться только на электротяге - электрическая машина лишь ассистирует двигателю внутреннего сгорания. Самый простой вариант - интеграция электродвигателя, способного работать также в режиме генератора, между обычным сцеплением и коробкой. Полноценными гибридами называют автомобили, которые могут самостоятельно передвигаться не только с работающим ДВС, но и полностью на электротяге - с помощью одного или нескольких электромоторов. На практике реализован принцип единого потока мощности, поступающего на ведущие колеса. ДВС не может автономно, в обход электрической машины, обеспечивать движение транспортного средства. При параллельной схеме поток мощности от двигателя раздваивается. Дифференциал в виде планетарной передачи, устанавливается после ДВС. Часто этот элемент называют делителем мощности - он действительно распределяет поток энергии по двум ветвям: на ведущие колеса, и на генератор. Перспективы гибридных платформ таковы, что двигатель внутреннего сгорания работает постоянно. Например, ДВС может снабжать энергией генератор, вырабатывающий электроэнергию, и передавать ее к электродвигателям, расположенным в ведущих колесах. От сюда и вытекает цель - скомбинировать работу двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя, ведь данная комбинация позволит увеличить время эксплуатации мобильного робота, что в последствии станет прорывом в роботостроении. Для одноцилиндрового двигателя мощностью 4кВт был произведен тепловой расчет, из которого были получены следующие численные значения: максимальное давление сгорания, рабочий объем цилиндра, диаметр и ход поршня, часовой расход топлива, эффективные показатели двигателя и индикаторные показатели рабочего цикла. В результате кинематического и динамического расчета, было получено графическое представление изменений кинематических характеристик поршня и сил, моментов действующих в КШМ, соответственно. Исходя из полученных результатов, становится возможным приступить к расчету тяговых характеристик и дальнейшим расчетам, которые поспособствуют проектированию мобильного робота для уничтожения взрывчатых веществ. Воздействие на взрывоопасные вещества будет происходить за счет охлаждения поверхности с последующим его уничтожением. По итогам работы можно сделать следующие выводы, что для эффективного уничтожение взрывчатых веществ, мобильный робот должен в себе содержать: комбинацию

двигателя внутреннего сгорания и электродвигателя, гусеничная ходовая часть и установка, для охлаждения азотом взрывчатых веществ.

Список литературы

1. URL: https://www.servosila.com/ru/mobile-robots/index.shtml (дата обращения: 28.03.2016).
2. Жимарши Ф., Сборка и программирование мобильных роботов в домашних условиях. 2007, 288.
3. URL: http://otherreferats.allbest.ru/manufacture/00279564_0.htm (дата обращения: 28.03.2016).

Река[1] *Н.Г.,* аспирант, e-mail: kourova.89@mail.ru;
Коуров[1] *Г.Н.,* к.т.н., доцент;
Лютов[1] *А.Г.,* д.т.н., профессор

[1]ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Модель измерителя выходной координаты системы автоматического регулирования температуры в зоне резания металла

Аннотация: В работе определена важность проблемы создания эффективной системы автоматического регулирования температуры в зоне резания металла. Известные способы измерения температуры в процессе резания имеют недостатки, которые препятствуют их использованию в промышленности. В связи с этим проблема измерения температуры резания является актуальной. Авторами предлагается измерение температуры резания осуществлять косвенным методом по расходу электроэнергии на процесс резания. Применительно к токарной обработке расход энергии определяется по мощности, потребляемой электродвигателем привода главного движения токарного станка. Связь расхода энергии, затрачиваемой на резание (которая, как известно, на 99,5% переходит в тепло), с температурой резания установлена по закону сохранения энергии. В отличии от существующих представлений возникновения тепла в плоскости скалывания авторы предполагают, что при резании тепло возникает в некоторой массе обрабатываемого материала (нагреваемом теле), находящейся под действием тангенциальной составляющей силы резания. При этом количество тепла, поступающего в зону резания имеет две составляющих, первая из которых поступает в нагреваемое тело, вторая - отводится от нагреваемого тела в охлаждающую среду и делится на несколько частей, каждая из которых зависит от скорости резания. Для повышения точности измерения температуры резания произведено математическое описание зависимостей отдаваемой нагреваемым телом энергии от скорости резания. Разработана структурная схема измерителя температуры резания. Измеритель температуры резания не требует конструктивной доработки станочного оборудования, что обеспечивает возможность его широкого промышленного применения.

Ключевые слова: система автоматического регулирования, процесс резания металла, температура в зоне резания, нагреваемое тело, расход электроэнергии, измерение температуры резания.

Резание металла с обеспечением постоянства температуры резания позволяет существенно повысить производительность обработки с одновременным получением деталей с высокими эксплуатационными свойствами, что предопределяет повышение ресурса работы наиболее ответственных деталей таких изделий, как авиадвигатели [1]. Постоянство температуры в зоне контакта «инструмент-деталь-стружка» при резании может быть обеспечено за счет применения системы автоматического регулирования температуры в зоне резания (САРТ). Для создания САРТ и ее широкого промышленного применения необходим простой и надежный способ измерения температуры в зоне резания.

Все известные способы измерения температуры в процессе резания имеют недостатки. Большинство способов не позволяют измерять температуру непосредственно в зоне резания. Способы, позволяющие измерять температуру непосредственно в зоне резания, сложны в исполнении и требуют доработки конструкции технологического оборудования. Таким образом, до настоящего времени проблема измерения температуры в зоне резания является актуальной.

Авторами предлагается измерение температуры в зоне резания осуществлять по расходу электроэнергии привода главного движения токарного станка на процесс резания [2, 3].

Измерение мощности двигателя позволит достаточно точно судить о температуре в зоне резания, так как 99,5% энергии, расходуемой на процесс резания, переходит тепло [4, 5].

Связь расхода энергии, затрачиваемой на процесс резания, с температурой в зоне резания может быть установлена по закону сохранения энергии (1).

$$Q_M = Q_N + Q_I, \tag{1}$$

где Q_M – механическая энергия, затрачиваемая на процесс резания, Q_N – тепловая энергия, нагревающая массу деформируемой в процессе резания части заготовки, переходящей в стружку, Q_I – тепловая энергия, отводимая из зоны резания.

Для процесса резания, закон сохранения энергии (1) может быть представлен в виде уравнения (2).

$$P_{rez} \cdot d\tau = c \cdot m \cdot d\lambda + F_T \cdot K_T \cdot \lambda \cdot d\tau, \tag{2}$$

где $P_{rez} \cdot d\tau$ – механическая энергия Q_M, поступающая в зону резания от привода главного движения; P_{rez} – мощность, расходуемая на резание металла; τ–

текущее время; $c \cdot m \cdot d\lambda$ – тепловая энергия Q_N, нагревающая массу m деформируемой в процессе резания части заготовки, переходящей в стружку; c– удельная теплоемкость нагреваемой массы; λ – разность температур нагреваемой массы и охлаждающей среды (среднее значение), определяется по выражению (3) (охлаждающей средой являются стружка, деталь, инструмент, воздух или СОЖ); $F_T \cdot K_T \cdot \lambda \cdot d\tau$ – тепловая энергия Q_I, отдаваемая нагревающейся массой в охлаждающую среду; F_T – площадь теплоотдачи нагревающейся массы; K_T – коэффициент теплоотдачи нагревающейся массы в охлаждающую среду.

$$\lambda = \theta - \theta_{OC}, \tag{3}$$

где θ_{OC} – температура охлаждающей среды.

Нагревающейся массой m, в уравнении (2) является деформируемая в процессе резания масса части заготовки, переходящей в стружку. Эта часть заготовки названа [6] «нагреваемым телом».

В простейшем случае объём нагреваемого тела можно представить в виде параллелепипеда $ADBCA_1D_1B_1C_1$ (рис. 1) [3, 6].

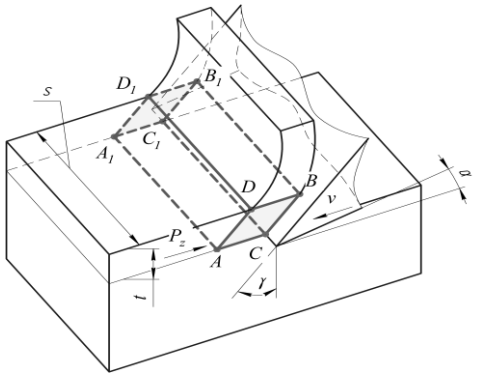


Рис. 1. Схема формирования нагреваемого тела (α – задний угол резца; γ – передний угол резца, v – скорость резания, s – подача, t – глубина резания, P_z – тангенциальная составляющая силы резания)

Для электропривода с асинхронным трехфазным двигателем полезная мощность представляется выражением

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \eta \cdot \cos\varphi, \tag{4}$$

где P – полезная мощность двигателя, потребляемая из сети и передаваемая в нагрузку; U_f – фазное напряжение двигателя; I_f – ток фазы двигателя; η – КПД двигателя; $\cos\varphi$ – отношение активной мощности к потребляемой.

Связь температуры нагреваемой массы с мощностью электрической машины привода главного движения может быть установлена по уравнениям (2), (4) и представлена в виде уравнения (5).

$$3 \cdot U_f \cdot I_{rez} \cdot \eta \cdot \cos\varphi = c \cdot m \cdot \frac{d\lambda}{d\tau} + F_T \cdot K_T \cdot \lambda, \quad (5)$$

где I_{rez} – ток, соответствующий мощности, расходуемой на процесс резания, определяется по выражению (6).

$$I_{rez} = I_f - I_{hh}, \quad (6)$$

где I_{hh} – ток, соответствующий мощности холостого хода.

Передаточная функция *W(p)* звена передачи мощности резания P_{rez} в температуру λ нагреваемого тела определяется выражением (7).

$$W(p) = \frac{\lambda(p)}{P_{rez}(p)} = \frac{1}{F_T \cdot K_T \cdot \left(\frac{c \cdot m \cdot p}{F_T \cdot K_T} + 1 \right)}, \quad (7)$$

где *p* – оператор Лапласа.

В уравнении (5) слагаемое $F_T \cdot K_T \cdot \lambda$ представляет собой усредненное значение мощности теплового потока отдачи тепла. Для повышения точности измерения температуры в зоне резания исследованы составляющие тепла, отдаваемого нагреваемым телом в охлаждающую среду.

Отдача тепла нагреваемого тела происходит в нескольких направлениях (рис. 1):

- передача тепла от нагреваемого тела в деталь через площадь AA_1C_1C – F_{T1} с коэффициентом теплоотдачи K_{T1};

- передача тепла от нагреваемого тела в резец через площадь CC_1B_1B – F_{T2} с коэффициентом теплоотдачи K_{T2};

- передача тепла от нагреваемого тела в окружающую среду (воздух) через площадь $ADBC$ – F_{T3} с коэффициентом теплоотдачи K_{T3};

- передача тепла от нагреваемого тела в смазочно-охлаждающую жидкость (СОЖ) через площадь F_{T4} с коэффициентом теплоотдачи K_{T4} (в работе исследуется резание без использования СОЖ);

- передача тепла от нагреваемого тела в стружку через площадь DBB_1D_1 – F_{T5} с коэффициентом теплоотдачи K_{T5}.

Тепловая энергия, отдаваемая нагреваемым телом в охлаждающую среду определяется выражением (8).

$$F_T \cdot K_T \cdot \lambda \cdot d\tau = (F_{T1} \cdot K_{T1} + F_{T2} \cdot K_{T2} + F_{T3} \cdot K_{T3} + F_{T4} \cdot K_{T4} + F_{T5} \cdot K_{T5}) \cdot \lambda \cdot d\tau \quad (8)$$

Однако, составляющие энергии теплового потока $F_T \cdot K_T \cdot \lambda \cdot d\tau$ не являются постоянными величинами. Они являются функцией скорости резания *v*.

Зависимости получены на основе данных [5]. Эти зависимости представлены в виде уравнений (9 – 12).

$$F_{T1} \cdot K_{T1} \cdot \lambda \cdot d\tau = 0{,}03 \cdot v + 1{,}36; \quad (9)$$

$$F_{T2} K_{T2} \cdot \lambda \cdot d\tau = 0{,}03 \cdot P_{rez} \cdot d\tau; \quad (10)$$

$$F_{T3} \cdot K_{T3} \cdot \lambda \cdot d\tau = 0{,}0005 \cdot v^2 - 0{,}23 \cdot v + 33{,}53; \quad (11)$$

$$F_{T5} \cdot K_{T5} \cdot \lambda \cdot d\tau = -0{,}0008 \cdot v^2 + 0{,}299 \cdot v + 53{,}125. \quad (12)$$

Модель измерителя температуры в зоне резания металла построена на основании уравнений (3), (5), (7-12), представлена в виде структурной схемы (рис. 2).

Измерение мощности может производится, например, методом амперметра и вольтметра или ваттметром. Кроме того, энергия, потребляемая из сети может измеряться счетчиком электрической энергии.

Информационным преобразователем фазного напряжения является $ИП_Н$. Информационным преобразователем измерителя тока является $ИП_Т$.

Сигналы с информационных преобразователей перемножаются в блоке умножения 3БУ (рис. 2). Сигнал с выхода блока 3БУ преобразуется звеном $3 \cdot \eta \cdot \cos\varphi$ в напряжение, пропорциональное мощности двигателя U_P, из которого вычитается мощность холостого хода механической части механизма вращения шпинделя U_{Phh}, а также 0,5% мощности двигателя, не расходуемой на процесс резания. В результате появляется напряжение, пропорциональное мощности резания U_{Prez}. Напряжение U_{Prez} поступает на модель процесса превращения мощности резания в температуру в зоне резания, представляющее собой динамическое звено первого порядка с переменными параметрами. Динамическое звено реализует уравнение (7), уравнение (3) реализуется сумматором 7С.

На рис. 2 БД – блок деления; U_{Dsk} – напряжение датчика угловой скорости двигателя; U_{nsh}– напряжение пропорциональное скорости вращения шпинделя; U_{Rz} – напряжение пропорциональное радиусу резания; U_{vp} – напряжение пропорциональное скорости подачи; U_{t0} – напряжение пропорциональное заданному значению глубины резания; U_s – напряжение, пропорциональное величине подачи, ρ – плотность обрабатываемого материала, i – передаточное отношение редуктора токарного станка.

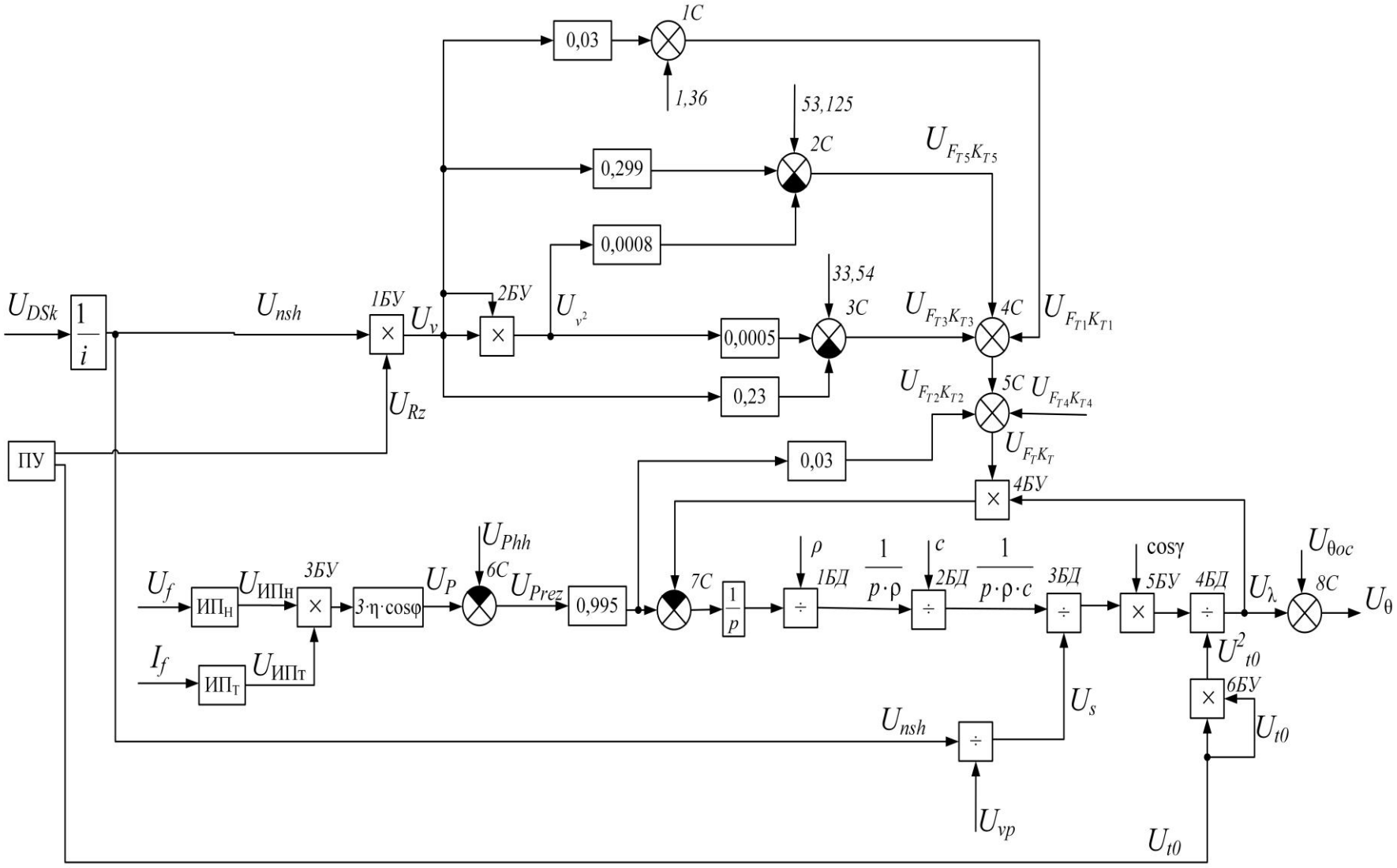


Рис. 2. Структурная схема модели измерителя температуры на базе датчиков напряжения и тока двигателя (на рисунке обозначены напряжения, пропорциональные соответствующим величинам)

Заключение

1. Разработана модель измерителя температуры в зоне резания, позволяющая на ее основе построить САРТ.

2. Измерение температуры в зоне резания осуществляется косвенным методом по расходу электроэнергии привода главного движения токарного станка.

3. Исходной информацией для модели являются показания штатных датчиков тока и напряжения главного привода токарного станка.

4. Сигналы с датчиков пропускаются через модель процесса резания, полученной на основе фундаментальных закона сохранения энергии и уравнения теплового равновесия.

5. Высокая точность измерения температуры по модели обеспечивается учетом влияния скорости на составляющие тепла, отдаваемого нагреваемым телом в охлаждающую среду.

6. Разработанная структурная схема измерителя температуры в зоне резания может быть использована непосредственно в структурной схеме САРТ.

7. Измеритель температуры в зоне резания не требует конструктивной доработки станочного оборудования.

8. Материалы, представленные в работе, могут быть полезны студентам, магистрантам, аспирантам, специалистам, решающим проблемы разработки систем автоматического регулирования процесса резания металлов.

Список литературы

1. *Зориктуев В.Ц.* Автоматизация процессов резания на основе положения об оптимальной температуре резания / В.Ц. Зориктуев // Вестник УГАТУ. – 2009. – Т.12, №4. – С. 14–19.
2. *Лютов А.Г.* Определение температуры в зоне резания металла по энергетическим параметрам главного привода станка / А.Г. Лютов, Г.Н. Коуров, Н.Г. Коурова // Автоматизация и управление технологическими и производственными процессами: Материалы Всероссийской научно-практической конференции / Уфимск. Гос. Авиац. Техн. Ун-т. – Уфа: УГАТУ, 2013. – С.165-169.
3. *Река НГ.* Измерение температуры в зоне резания металла при токарной обработке/ Н.Г. Река, Г.Н. Коуров, А.Г. Лютов // СТИН. – 2015. – №7. – С. 31-35.
4. *Бобров В.Ф.* Основы теории резания металлов / В. Ф. Бобров. – М.: Машиностроение, 1975. – 344с.
5. *Грановский Г.И.* Резание металлов: учебник для машиностр. и приборостр. спец. вузов / Г. И. Грановский, В. Г. Грановский. – М.: Высш. шк., 1985. – 304 с.
6. *Лютов А.Г.* Назначение режимов токарной обработки деталей газотурбинных двигателей по температуре в зоне резания / А. Г. Лютов, Г. Н. Коуров, Н. Г. Река // Вестник УГАТУ. – 2015. – №2. – С. 20 – 25.

Сайтаев Д.В., магистрант, e-mail: dmitreysaitaev@mail.ru;
Столов А.А., технический директор ООО «Белфингрупп»

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», ООО «Белфингрупп»

Методика экспериментального определения времени удаления облоя поковок гаечных ключей

Аннотация: В статье описана методика экспериментального определения времени удаления облоя поковок гаечных ключей. Выявлены факторы, оказывающие влияние на продолжительность процесса обработки. Проведено планирование эксперимента по определению времени удаления облоя с поковок гаечных ключей методом плазменной резки. Составлена матрица эксперимента, проведена проверка значимости выбранных факторов, по экспериментальным данным получена статистическая модель процесса.

Ключевые слова: Гаечный ключ, методы удаления облоя, плазменная резка, методика эксперимента, полный факторный эксперимент.

Для производства большинства гаечных ключей используется метод объемной штамповки из прутковой заготовки с последующим удалением облоя, шлифовкой и протяжкой. Любое изделие, произведенное методом штамповки, имеет облой, возникающий из-за разницы объемов металла заготовки и получаемого на выходе готового изделия [1].

Для удаления облоя с заготовок используются различные методы, например, удаление с помощью обрезного пресса, применение галтовки, использование установок лазерной и плазменной резки.

Проведя анализ существующих методов удаления облоя, для обработки поковок гаечных ключей больших размеров, при производстве малых партий, был выбран метод плазменной резки [2].

При конвейерной обработке деталей важно знать время выполнения операции на конкретном участке. Данная методика была использована для определения степени влияния различных факторов на время удаления облоя с поковок, чтобы можно было прогнозировать изменение времени обработки заготовок всей производимой номенклатуры гаечных ключей без проведения большого количества экспериментов с образцами каждого типоразмера.

Для удаления облоя с поковок гаечных ключей использовалась установка плазменной резки *KjellbergHiFocus* 161*i neo* [5].

Технические характеристики *KjellbergHiFocus* 161*i neo*:

Ток резки при 100 % ДВ	10 - 160 А
Толщина разрезаемого металла	0,5 - 50 мм
Толщина прожига	до 30 мм
Скорость резки	3795-3805мм/мин

Для эксперимента была выбрана заготовка (поковка) гаечного ключа 22х24.

Эскиз заготовки представлен на рис. 1.

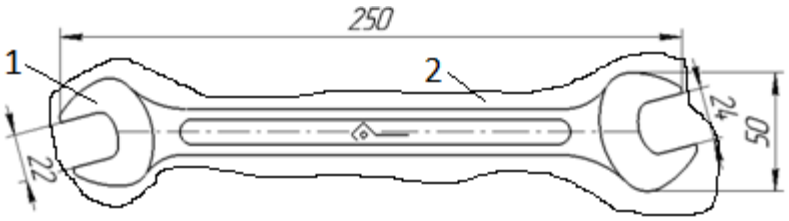


Рис. 1. Эскиз заготовки, где: 1- тело ключа; 2- облой

Фактическая длина контура ключа находится в диапазоне 654-656мм.

Фактическая толщина облоя находится в диапазоне 1,4– 2 мм.

При проведении эксперимента обеспечивалась точность позиционирования плазменного резака ±0,02мм [7].

Основная цель планирования эксперимента - получение адекватной статистической модели, описывающей зависимость времени обработки заготовки от скорости резки, толщины облоя и длины контура ключа, при минимальном количестве проведенных опытов [6].

Для проведения эксперимента необходимо выбрать факторы, влияющие на время обработки заготовки.

При выполнении операции удаления облоя с помощью плазменной резки, на время обработки заготовки будут влиять изменения трех независимых факторов: скорость резки, длина контура, толщина облоя [7].

Так как существенно влияют только 3 фактора – используем методику полного факторного эксперимента.

Полный факторный эксперимент – совокупность нескольких измерений, удовлетворяющих следующим условиям: количество измерений составляет $2n$, где n – количество факторов. Каждый фактор принимает только два значения – верхнее и нижнее. В процессе измерения верхние и нижние значения факторов комбинируются во всех возможных сочетаниях.[3]

Математическая модель системы получается в результате аппроксимации линейной функции:

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_{12}x_1x_2 + a_{13}x_1x_3 + a_{23}x_2x_3 + a_{123}x_1x_2x_3, \qquad (1)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – искомые параметры модели.

На рис. 2 в графическом виде представлен процесс построения линейной модели плана эксперимента:

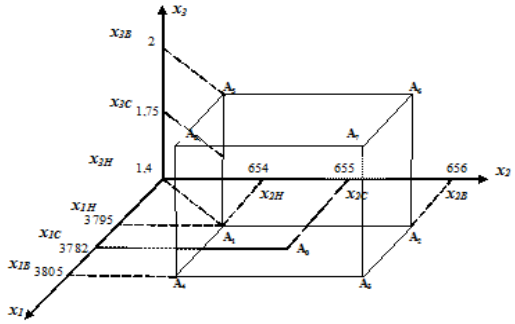


Рис. 2. Процесс построения линейной модели плана эксперимента, где *x*1 – скорость реза; *x*2 – длина контура; *x*3 – толщина облоя; *y* — время резки

Проведя технический анализ оборудования и измерения заготовок гаечных ключей, определили исходные параметры технологического процесса: скорость резки (*V*) 3800 мм/мин; длина контура (*L*) 655 мм; толщина облоя (*H*) 1,75 мм; Тогда средние значения факторов обозначим X_1C=3800; X_2C=655; X_3C=1,75.

Определили отклонения от исходных параметров: скорость резки ±0,14%; длина контура ±0,16%; толщина облоя ±20%.

Обозначим верхние и нижние значения факторов:

X_1B=3805; X_2B=656; X_3B=2

X_1H=3795; X_2H=654; X_3H=1,4.

Составлена таблица, в которой значения этих трех факторов находятся во всех возможных сочетаниях, и проведены измерения времени резки в этих точках.

x_1	x_2	x_3	x_1x_2	x_1x_3	x_2x_3	$x_1x_2x_3$	$Y1$	$Y2$	$Y3$	$\tilde{Y}$	σ *10^{-6}
3795	654	1,4	2481930	915,6	5313	3474702	0,172	0,173	0,172	0,1723	0,335
3795	654	2	2481930	1308	7590	4963860	0,178	0,178	0,177	0,1777	0,335
3795	656	1,4	2489520	918,4	5313	3485328	0,175	0,174	0,175	0,1747	0,335
3795	656	2	2489520	1312	7590	4979040	0,180	0,182	0,181	0,181	1
3805	654	1,4	2488470	915,6	5327	3483858	0,170	0,169	0,170	0,1697	0,335
3805	654	2	2488470	1308	7610	4976940	0,173	0,173	0,173	0,173	0
3805	656	1,4	2496080	918,4	5327	3494512	0,171	0,170	0,171	0,1707	0,335
3805	656	2	2496080	1312	7610	4992160	0,176	0,175	0,175	0,1753	0,335

Для определения отклонения результатов от математического ожидания, проведена оценка дисперсии функции отклика [3].

$$\sigma_u^2 = \frac{1}{r_u - 1} \sum_{i=1}^{r_u} (y_{ui} - \bar{y}_u)^2, \qquad (2)$$

Для данной величины рассчитана дисперсия в каждом опыте, результат занесен в таблицу.

Проведена нормировка факторов.

Верхним значениям факторов - нормированное значение +1, нижним значениям факторов – нормированное значение –1, среднему значению факторов – нормированное значение 0.

В общем виде нормировка фактора выражается формулой[4]:

$$\tilde{x}_i = \frac{X_i - X_{iC}}{X_{iB} - X_{iH}}, \tag{3}$$

Коэффициенты уравнения определяются по формуле:

$$a_i = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_{ji} y_i}{N}, \tag{4}$$

В окрестностях точки, соответствующей параметрам (3782; 654; 1.75), в нормированных координатах уравнение имеет вид:

$$y = 0{,}174 - 0{,}002\tilde{x}_1 + 0{,}0011\tilde{x}_2 + 0{,}0023\tilde{x}_3 - 0{,}00001\tilde{x}_1\tilde{x}_2 + 0{,}00043\tilde{x}_2\tilde{x}_3 - \\ - 0{,}00004\tilde{x}_1\tilde{x}_3 + 0{,}00004\tilde{x}_1\tilde{x}_2\tilde{x}_3 \tag{5}$$

Для того, чтобы определить, какие факторы будут влиять на время обработки заготовки, проведем проверку значимости коэффициентов.

Проверка осуществляется с помощью критерия Стьюдента, для определения значимости коэффициентов.

$$t_i = \left(\left|\beta_i\right| - 0\right) / \sigma\left(\beta_i\right) \tag{6}$$

После вычислений определили, что коэффициенты a_0, a_1, a_2, a_3 являются значимыми, остальные коэффициенты оказывают очень малое влияние и ими можно пренебречь.

После определения значимости коэффициентов, запишем получившееся нормированное уравнение:

$$y = 0{,}174 - 0{,}002x_1 + 0{,}0011x_2 + 0{,}0023x_3 \tag{7}$$

Из данного уравнения можно сделать вывод, что в большей степени на время обработки заготовки будет влиять изменение толщины облоя (при увеличении толщины увеличивается время обработки) и изменение скорости резки (при увеличении скорости, время обработки уменьшается) в меньшей степени на затраченное время влияет погрешность длины контура (с увеличением длины контура увеличивается время обработки заготовки). Совместное влияние факторов очень мало и им можно пренебречь, что доказывает независимость выбранных факторов.

Проверка адекватности математической модели данным эксперимента проводится на основе сопоставления дисперсии воспроизводимости и дисперсии адекватности.

Дисперсия воспроизводимости показывает, что разброс значений находится в допустимых пределах.

Дисперсия адекватности:

$$\sigma_a^2 = \frac{1}{N-m}\sum_{u=1}^{N}(\bar{y} - y')^2, N > m \quad (8)$$

Табличное значение равно 4, больше экспериментального, значит, модель адекватна по критерию Фишера.[3]

Для получения уравнения в естественных координатах необходимо перейти обратно к ненормированным факторам.

Чтобы найти параметры модели для ненормированных координат, подставим выражения для нормированных координат в уравнение модели.

Сравнивая последнее выражение с выражением для линейной модели в ненормированных координатах $y = a_0 + a_1 x_1 + a_2 x_2 + a_3 x_3$ получим выражения для параметров модели:

$$y = \tilde{a}_0 - \tilde{a}_1 \frac{x_{1B} + x_{1H}}{x_{1B} - x_{1H}} - \tilde{a}_2 \frac{x_{2B} + x_{2H}}{x_{2B} - x_{2H}} - \tilde{a}_3 \frac{x_{3B} + x_{3H}}{x_{3B} - x_{3H}} \quad (9)$$

$$a_1 = \frac{2\tilde{a}_1}{x_{1B} - x_{1H}}; \quad a_2 = \frac{2\tilde{a}_2}{x_{2B} - x_{2H}}; \quad a_3 = \frac{2\tilde{a}_3}{x_{3B} - x_{3H}}$$

В общем случае $$a_0 = \tilde{a}_0 - \sum_{i=1}^{n} \tilde{a}_i \frac{x_{iB} + x_{iH}}{x_{iB} - x_{iH}};$$ (10)

$$a_k = \frac{2\tilde{a}_k}{x_{kB} - x_{kH}} \quad (11)$$

Окончательно получаем уравнение в естественных координатах:

$$y = 2{,}427 - 0{,}0004 * V + 0{,}0011 * L + 0{,}0767 * H \quad (12)$$

Заключение

В статье приведена методика экспериментального определения времени удаления облоя поковок гаечных ключей на основе планирования эксперимента, проведен эксперимент. Экспериментальные исследования позволили получить адекватную статистическую модель, описывающую зависимость времени, необходимого на обработку одной заготовки, от скорости резки, длины контура и толщины облоя заготовки. Полученные результаты позволяют прогнозировать время процесса удаления облоя поковок гаечных ключей различного типоразмера.

Список литературы

1. Технологический справочник по ковке и объемной штамповке. Под ред. М. В. Сторожева, М., Машгиз, 1959, т. I, с. 310.
2. *Сайтаев Д.В., Турыгин Ю.В., Столов А.А.* Научно – технические аспекты модернизации //Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке -2015г.С209- 215.
3. *Адлер Ю.П., Маркова Е.В*. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий., изд. «Наука», Москва1976г. 278с.
4. *Сычевская И.Д.* Планирование научного эксперимента. - Москва 1976г.
5. Сайт «Kjellberg» [Электронный ресурс] // URL: http://www.Kjellberg.com, дата обращения 15.10.15.
6. *Абрамов И.В., Клековкин В.С., Турыгин Ю.В.* Нагрузочная способность соединений с автофретированными деталями// Вестник машиностроения. – 1983. - N 4. - С. 28 – 30.
7. Исследование точности позиционирования выходного звена мехатронной системы / Ю.В. Турыгин, Ю.В. Зубкова, Р. Гартянски // Журнал «Мехатроника, автоматизация, управление». - 2014 г. - № 7. – с. 35-41. (ISSN 1684-6427).

Салама Б., аспирант, e-mail: salama.bashar@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Экспериментальная установка для исследования регулятора избыточного объема масла при гидропрессовой сборке

Аннотация: статья посвящена решению проблемы дискретности подачи смазки в зону сопряжения деталей, собранных гидропрессовым методом при включении дросселя, который используется для сохранения давления в системе.

Ключевые слова: гидропрессовая сборка, регулятор объема масла, конструкция и измерение.

Для обеспечения качества сборки гидропрессовых соединений возникает необходимость поддержания заданного давления масла и отвода избыточного объема жидкости из зоны сопряжения [1, 2]. С этой целью используется дроссель, однако при включении его в систему наблюдается дискретность подачи смазки в зону сопряжения, что отрицательно влияет на качество получаемых соединений. Решение данной проблемы возможно путем замены дросселя на регулятор, обеспечивающий постоянство рабочего давления и отвод избыточного масла из зоны сопряжения. Структурная схема разработанной экспериментальной установки представлена на рис. 1.

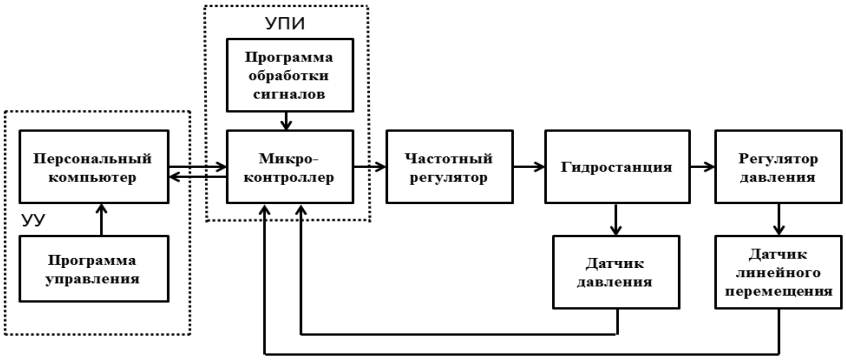


Рис. 1. Структурная схема установки для отвода избыточного объема масла

Устройство управления (УУ) используется для управления гидростанцией с помощью частотного регулятора, на основе поступающих данных с датчиков, которые передаются УУ посредством устройства преобразования интерфейса (УПИ), используемого для сбора и передачи данных с датчиков давления и линейного перемещения плунжера регулятора и одновременно передает управляющие воздействия частотному регулятору.

Отличительной особенностью разработанной структурной схемы установки является использование частотного регулятора, который обеспечивает плавный разгон и регулирование частоты вращения двигателя гидростанции и его быстрое торможение.

В качестве регулятора давления был выбран гидроаккумулятор грузового типа [4], вследствие того, что он имеет простую конструкцию и обеспечивает постоянство давления.

Общий вид регулятора и его основной блок представлены на рис. 2 и 3, соответственно. Конструкция регулятора (рис.2) состоит из двух элементов: основного блока регулирования, включающего в себя: корпус регулятора (2), регулирующий элемент – плунжер (1), и исполнительного устройства – рычажного механизма, состоящего из двух рычагов (7) с грузом (9), закрепленным на платформе (8). Рычаги соединены со стойками (4) через проушины (5). Поступательное движение плунжера передается на рычаги через седло (6). Основной блок регулятора и стойки закреплены на основании (3).

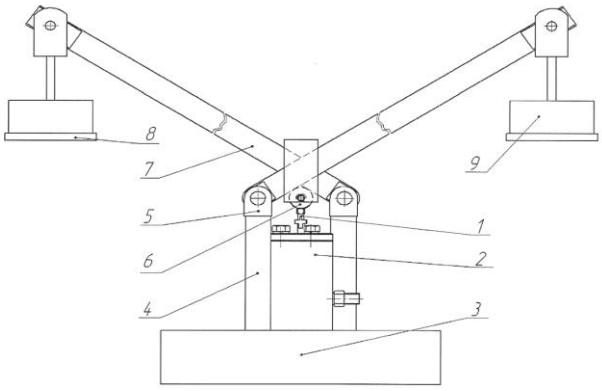


Рис. 2. Общий вид регулятора: 1 - плунжер; 2 - основной блок регулятора; 3 - основание; 4 - стойка; 5 - проушина; 6 - седло; 7 - рычаг; 8 - платформа; 9 – груз

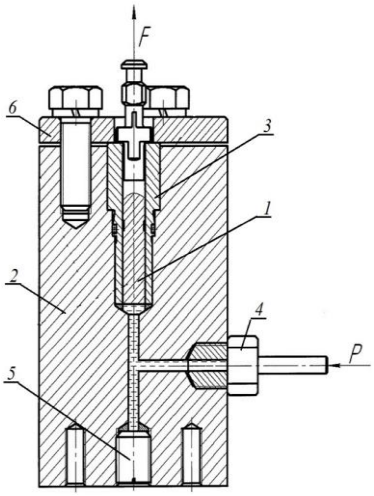


Рис. 3. Основной блок регулятора: 1 – плунжер; 2 – корпус регулятора; 3 – корпус плунжера; 4 – штуцер; 5 – заглушка; крышка корпуса регулятора

Работа регулятора осуществляется следующим образом. Масло гидростанции поступает через штуцер (4) в полость корпуса регулятора (рис.3). Затем, по мере заполнения полости корпуса маслом, плунжер (1), к которому приложена противодействующая сила, создаваемая весом груза и усиливаемая системой рычагов, под давлением масла начинает перемещаться, освобождая пространство для подаваемого масла гидростанцией. Величина нагрузки на рычаги рассчитывается исходя из требуемого давления масла и прочности элементов конструкции. Рычажный механизм исполнительного элемента позволяет поддерживать заданное давление на протяжении всего процесса запрессовки. Техническим результатом является поддержание постоянного давления (до 400 МПа) [6].

Гидростанция НСВД – 4000 состоит из асинхронного двигателя мощностью (1,5 кВт), двухступенчатого редуктора, плунжерного насоса, муфты для передачи крутящего момента от вала электродвигателя к входному валу насоса и их соединения и гидробака. Гидравлическая схема гидростанции представлена на рис. 4.

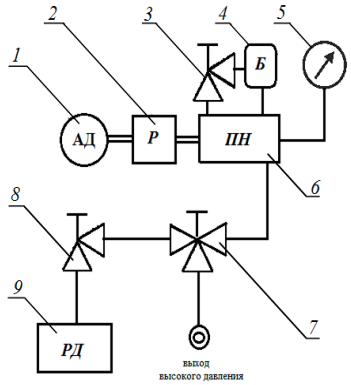


Рис. 4. Гидравлическая схема гидростанции с регулятором на выходе: 1 - асинхронный двигатель, 2 - редуктор, 3,8 - угловой вентиль, 4 - бак, 5 - манометр, 6 - плунжерный насос, 7 - трехходовой вентиль, 9 - регулятор давления

Для измерения давления используется цифровой манометр ДМ5002Г со следующими характеристиками [5]:

- пределы измерения прибора: от 0 до 2500 кгс/см^2;
- предел допускаемой основной погрешности ± 0,1%;
- рабочая температура окружающей и измеряемой среды от -40 до 50 С;
- выходной сигнал – (0-5В) постоянный ток 4-20 мА;
- интерфейс *RS*-485;
- напряжение питания 24 В.

Для регулирования скорости вращения двигателя используется векторный преобразователь частоты Веспер *E*2-8300-*S*2*L* со следующими особенностями [8]:

- встроенный программируемый логический контроллер;
- развитый интерфейс (6 дискретных входов, 2 дискретных выхода, 2 аналоговых входа, 1 аналоговый выход, линия последовательной связи с компьютером *RS*-232);
- упрощенный съемный пульт управления (с четырехразрядным 7-сегментным индикатором) с возможностью его выноса на максимальное расстояние до 5 м;
- напряжение питания: однофазное 200-240 В +10-15%, 50-60 Гц±5%;
- выходное напряжение: трехфазное (от 0 до *U* пит);

В качестве датчика линейного перемещения используется цифровой штангенциркуль со следующими характеристиками [7]:

Диапазон измерения: 0~150 мм;

Дискретность: 0,01 мм;

Точность: ±0,02 мм;

Частота обновления выходных данных: 4 Гц.

В данной статье приведено описание экспериментальной установки для исследования работы регулятора избыточного объема масла при гидропрессовой сборке с использованием персонального компьютера в качестве устройства управления и микроконтроллера для передачи данных в системе датчик - компьютер - частотный регулятор.

Список литературы

1. *Абрамов А.И., Абрамов И.В., Петелев Е.М., Романов А.В*. Автоматизация гидропрессовой сборки соединений с натягом на основе адаптивной (интеллектуальной) системы управления. // [Электронный ресурс]. Сборник инновационных проектов. ФГБОУ ВПО "Ижевский государственный технический университет", ноябрь - декабрь 2011. 1 электрон. Опт. Диск (CD ROM).

2. *Абрамов И.В., Абрамов А.И., Романов А.В.* Научно-технические аспекты автоматизации гидропрессовой сборки соединения с натягом. //Сборка в машиностроении и приборостроении, 2103г. №1, с.16-19. ISSN 0203-3350.

3. *Абрамов И.В., Абрамов А.И., Синицын А.Н., Синицына В.В.* Теоретическое обоснование новых способов сборки и разборки соединений с натягом. // Сборка в машиностроении и приборостроении, 2011г. №3, с.11-15. ISSN 0202-3350.

4. Регулятор избыточного объема масла, патент на полезную модель №:134677// Абрамов А.И., Абрамов И. В., Петров А. В., Романов А. В., Степанов А. Н. Дата публикации: 20 ноября 2013.
5. Цифровой манометр// www.technoline.ru:сайт компании Технолайн. URL: http://www.technoline.ru/catalog/product/959 (дата обращения 18.12.2015).
6. Типы гидроаккумуляторов// www.hydac.com.ru:сайт компании HYDAC. http://www.hydac.com.ru/hydro-accumulators.html (дата обращения 03.12.2015)
7. Подключение цифрового штангенциркуля к компьютеру// avrdevices.ru: конструкции на микроконтроллерах AVR. URL: http://avrdevices.ru/podklyutchaem-tsifrovoy-shtangentsirkuly-k-kompu (дата обращения: 11.01.2016).
8. Частотный регулятор ВЕСПЕР// elleron.ru: сайт интернент магазина. URL: http://elleron.ru/catalog/vesper/e2-8300/chastotnyy-preobrazovatel-vesper-e2-8300-s2l-1-5kvt-220v//(дата обращения 12.12.2015).

Соснин Н.А., студент;
Зубкова Ю.В., старший преподаватель, e-mail: zubkov-jr@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»,

Разработка роботизированной платформы на независимом гусеничном ходу

Аннотация: В данной статье предложена идея разработки роботизированной платформы на независимом гусеничном ходу. Представлены разработки механизма гусениц, рассмотрены основные конструктивные особенности платформы и требования к проходимости, грузоподъемности и геометрическим характеристикам. Также приведена классификация имеющихся мобильных роботизированных платформ.
Ключевые слова: роботизированная мобильная платформа, гусеничный привод, проходимость, смещение центра масс, классификация.

Ни одно государство не может долго существовать в мире и спокойствии, не улучшая свою технику. Сегодня, живя в 21 веке, мы не можем говорить о военной технике и не подразумевать при этом роботизацию. На сегодняшний день на рынке представлены различные модели роботизированных платформ, рассчитанных на различные задачи. Рассмотрим роботизированные платформы и проклассифицируем их.

Следуя классификации, мы выбрали роботизированную платформу на независимой гусеничной базе с 4 гусеницами, массой 250 килограммов (учитывая нагружение), независимой башней и работающую на электрическом приводе.

Таблица 1. **Классификация роботизированных платформ**

По выходному звену:	-колеса -гусеницы -совмещенные
По количеству гусениц/колес:	-две -четыре -шесть и т.д.
По зависимости подвески:	-зависимые -независимые
По зависимости башни:	-зафиксированная башня (угол дула не меняется и зависит только от положения роботизированной установки) -вращающаяся башня по углу выстрела -независимая башня
По массе:	-от 50 кг -от 100 кг -от 200 кг -от 500кг -от 1000 кг
По типу энергоносителя:	-электричество -горючее топливо -смешанная система
По автономности:	-полностью зависимая от оператора -автоматизированная -автономная

Для разрабатываемой платформы главной задачей ставим проходимость. Наилучший решением является вращающиеся гусеницы вокруг оси. Данная модель была разработана турецкой компанией *Gate Elektronik Robas*, которая имеет четыре поворотные гусеницы для преодоления различных препятствий, в том числе и ступеней представленная на рис. 1.

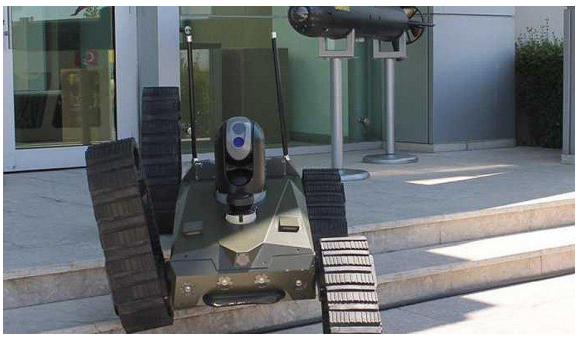


Рис. 1 Robas от турецкой компании *Gate Elektronik*

Также данную идею реализовала такая компания как *Tecrdon* в модели *Cayman*. Реализация представлена на рис.2.



Рис. 2 Cayman от *Tecrdon*

Таблица 2. **Характеристики представленных моделей [2]**

Характеристика	Cayman	Robas
Материал	Авиационная сталь	-
Масса	26 кг	250 кг
Скорость	До 8 км/ч	До 10 км/ч
Нагрузка	До 20 кг	До 150 кг
Время работы	3 часа	4 часа
Высота преодоления препятствий	-	800 мм
Угол смещения центра масс	55°	-

Нам необходимо создать такую конструкцию, которая может быть конкурентоспособна с данными моделями и превосходить их по параметрам. Так как данные разработки и чертежи не распространяются в свободном доступе и являются закрытыми в связи с использованием их в военной сфере, мы разработаем свою собственную систему и максимально усовершенствуем ее. Многие подобные конструкции используют мотор-колесо, встроенное в гусеничную базу, теряя при этом скорость перемещения, но нами было принято решение перенести двигатель в корпус для увеличения защищенности разработки.

Был разработан эскиз общей модели. Разработанный эскиз общей модели роботизированной платформы представлена на рис. 3.

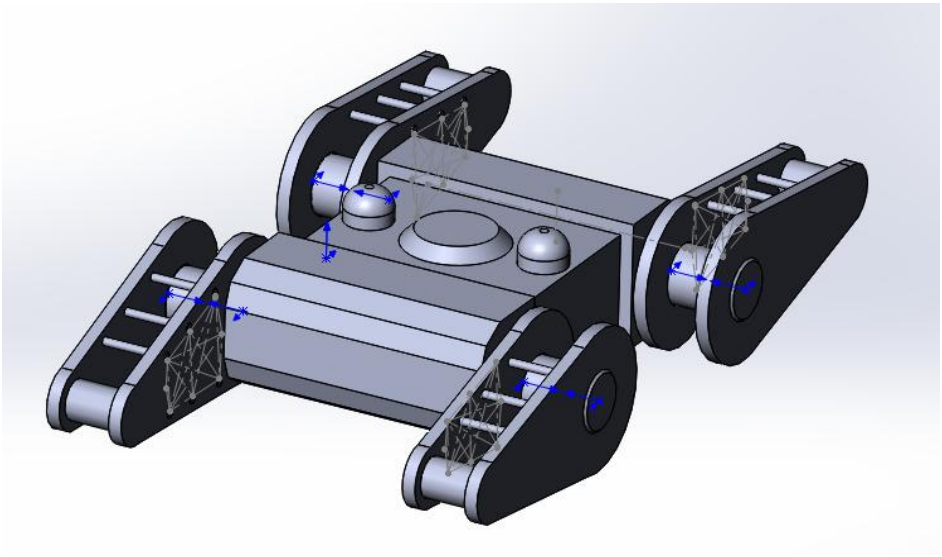


Рис. 3. Общая модель роботизированной платформы

Основное назначение данного робота разведывательные операции или поражение целей. Поражающая мощность вириируема и зависит от установленного вооружения. На полезную нагрузку было выделено 50 килограмм Также возможна установка лидара, для детального изучения местности. Команды и данные предполагается передавать по радиоканалам.

Данная конструкция является сложным аппаратом, поэтому разобьем процесс разработки на модули. В данной статье мы рассмотрим устройство гусениц и способы приведения их в движение, учитывая приведенную выше классификацию и сравнение с уже разработанными моделями.

В основе проекта лежит идея создания робота с вращающимися гусеницами вокруг крепления оси. Нами было предложено использовать два вала: первый(внутренний) для вращения зубчатого колеса и соответственно гусеничной ленты; второй (внешний) для вращения самой гусеницы. Данная разработка представлена на рис. 4. Крепление фланцев гусеничного модуля осуществляется болтами для обеспечения эксплуатационного или аварийного ремонта [2].

План сборки:

1) Фланец внешний;
2) Вал внутренний фиксируем болтами к внешнему фланцу;
3) Устанавливаем подшипники на внутренний вал;
4) Устанавливаем внешний вал на внутренний;
5) Устанавливаем на внешний вал и вал от фланца зубчатые колеса;
6) Устанавливаем гусеничную ленту на зубчатые колеса;
7) Устанавливаем внутренний фланец на болты;
8) Внешний и внутренний вал устанавливаем в редукторы.

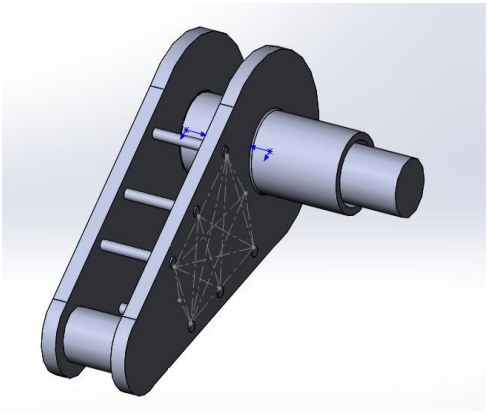


Рис. 4. Эскиз сборки гусеницы

Данная идея является оптимальной, так как мы можем управлять одновременно и поворотом гусеницы, и вращением фланца для преодоления высоких препятствий, следовательно, решаем поставленную перед нами задачу. Можем увеличить мощность, а, следовательно, скорость передвижения за счет использования редуктора в корпусе. Гусеничный модуль реализуется и соответствует требованиям по эксплуатации.

Заключение

Проведена классификация роботизированных платформ. Проведен анализ рынка и представленных моделей, выявлены достоинства и недостатки. Разработана модель роботизированной платформы, исходя из выбранных параметров классификации.

Список литературы

1. *Тертычный-Даури В.Ю.* Динамика робототехнических систем: Учебное пособие. - СПб.: НИУ ИТМО, 2012. - 128 с.
2. *Алексеев А.* [Электронный ресурс] / Наземные роботы. От забрасываемых систем до безлюдных транспортных колонн (Часть 5) 25.01.15. – Режим доступа: http://topwar.ru/66998-nazemnye-roboty-ot-zabrasyvaemyh-sistem-do-bezlyudnyh-transportnyh-kolonn-chast-4.html, свободный.

Старкова И.В., магистрант; siry24@rambler.ru;
Абрамов А.И., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Поиск траектории движения мобильного робота-гида

Аннотация: актуальность разработки алгоритма поиска траектории движения для мобильного робота-гида обуславливается ростом популярности такого вида сервисных роботов. Алгоритм поиска траектории движения должен предоставить один из возможных вариантов пути из одной точки в другую. В статье предложен

алгоритм поиска траектории мобильного робота с заездом в указанные точки, заданные пользователем, и с обходом статических и динамических препятствий.

Ключевые слова: мобильный робот, построение траектории движения, статические препятствия, динамические препятствия, нечеткая логика.

Введение

Создание и использование мобильных роботов в настоящее время является актуальной задачей. Большую популярность набирают сервисные роботы, к которым относятся, в том числе, и роботы-гиды.

Робот-гид, о позволяющий пользователю получить мнгновенный доступ к информации об экспонатах, представленных на выставке, так же должен перемещаться по траектории, построенной на основе пожеланий пользователя. Однако движение по построенной предварительно перед движением траектории не является возможным, так как на пути движения робота встречаются, помимо статических, динамические препятствия - люди, другие роботы-гиды.

В данной статье рассмотрено решение задачи генерирования траектории мобильного робота с условием заезда в заранее выбранные пользователем точки и при наличии динамических и статических препятствий. Траектория движения мобильного робота корректируется в режиме реального времени.

Построение траектории

При построении траектории от начального положения до заданных точек, выбранных пользователем, известными являются координаты статических препятствий, представляющие собой множество точек, которые потенциально могут быть выбором пользователя и координаты выбранных пользователем точек. Таким образом, известны положения препятствий, цель движения робота-гида. На пути робота-гида встречаются динамические препятствия - люди, другие роботы-гиды. Для того, чтобы избежать столкновения, робот-гид должен корректировать свою траекторию на пути к заданной цели.

Поиск траектории производится на основе алгоритма *A**. [1]

Алгоритм *A** является эвристическим поиском, который сортирует узлы для нахождения наилучшего маршрута в зависимости от их стоимости.

$$F(n) = g(n) + h(n) \tag{1}$$

где $F(n)$ - значение оценки, назначенное узлу n; $g(n)$ - наименьшая стоимость прибытия в узел n из точки старта; $h(n)$ - эвристическое приближение стоимости пути к цели от узла n.

Путь, пройденный роботом-гидом, представляет собой отрезки, соединяющие последовательно все точки траектории, обозначенные пользователем, вычисляется:

$$R_{\max}(V_c) = (V_c + V_a \Delta t) T_{\max} \tag{2}$$

где R_{max} – длинна отрезка, V_c – текущая скорость перемещения робота; V_a – максимальное ускорение робота, T_{max} – время, за которое робот достигнет ближайшее препятствие с максимальной скоростью V_{max}.

Так как существует необходимость корректировки траектории в виду появления динамических препятствий на пути робота-гида, то возможными вариантами избежать столкновения с препятствиями являются следующие действия робота-гида: остановить движение и возобновить его после исчезновения опасности столкновения с динамическим препятствием, увеличить или уменьшить скорость движения, чтобы избежать столкновения с динамическим препятствием. Принятие решения о дальнейшем действии мобильного робота-гида возможно осуществить на основе нечеткой логики.

В общем виде нечеткая логика описывается следующим образом:

Пусть *E* - универсальное множество, *x* - элемент *E*, а *R* - определенное свойство. Обычное (четкое) подмножество *A* универсального множества E, элементы которого удовлетворяют свойство *R*, определяется как множество упорядоченной пары $A = \{mA(x)/x\}$, где $mA(x)$ - характеристическая функция, принимающая значение 1, когда *x* удовлетворяет свойство *R*, и 0 - в другом случае [2].

Такой подход обуславливается сводом правил, на основании которых принимается решение о дальнейших действиях мобильного робота гида.

Таким образом, мобильный робот-гид будет получать данные с его сенсоров об окружающей обстановке (о наличии динамических препятствий, расстоянию до них, и их направлении), которые будут фаззифицированы и обработаны согласно обусловленным сводом правил, и далее на основе полученных данных на приводы мобильного робота-гида поступят определенные управляющие сигналы.

Заключение

В статье был предложен алгоритм построения траектории движения мобильного робота с учетом появления на его пути статических и динамических препятствий.

Список литературы

1. Искусственный интеллект. Алгоритмы поиска пути.
URL: http://pmg.org.ru/ai/stout.htm#a_speedup (дата обращения 23.02.16).
2. Тема 11. Нечеткая логика.
URL: http://www.victoria.lviv.ua/html/oio/html/theme11_rus.htm (дата обращения 29.03.16)
3. *Андрианова О.Г., Королькова М.А., Кочетков С.А., Краснова С.А.* Кинематическое управление мобильным роботом при движении по полигону с обходом препятствий / Материалы конференции «Управление в технических системах» (УТС–2010, Санкт-Петербург). СПб.: ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2010. С. 356-359.

4. *Басараб М.А., Домрачева А.Б., Купляков В.М.* Алгоритмы решения задачи быстрого поиска пути на географических картах. Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. №11. URL: http://engjournal.ru/catalog/it/hidden/1054.html (дата обращения 23.02.16).
5. *Кормен Т.Х., Лейзерсон Ч.И., Ривест Р.Л., Штайн К*. Алгоритмы: построение и анализ, 2-е издание: Пер. с англ. –М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 1296 с. : ил.

Степанов П.И., старший преподаватель, e-mail: stepanov_pi@mail.ru;
Закураев В.В., доцент, к.т.н.,

Новоуральский технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»

Определение связи механических и электрических диагностических параметров приводного оборудования

Аннотация: В работе описывается связь механических и электрических диагностических параметров при проведении комплексной диагностики электромеханического привода. В качестве комплексного подхода рассматривается анализ спектра вибрации и коэффициентов вейвлет-преобразования электрического тока приводного двигателя под нагрузкой при наличии и отсутствии различных дефектов. Система комплексной диагностики на основе диагностических параметров разной физической природы позволит осуществлять более надежную оценку состояния электромеханического привода.

Целью данной работы является установление соответствия между спектром виброскорости, полученного с вибропреобразователя, и коэффициентами вейвлет-преобразования тока приводного двигателя. Для этого проводились математическая оценка полученных коэффициентов при работе с простейшим гармоническим сигналом, а также экспериментальные исследования с реальным токовым сигналом.

В результате работы показано, что появление дефекта приводит к изменению вибродиагностических параметров, а также скачкам тока статора двигателя, которые отслеживаются при анализе его вейвлет-коэффициентов. Сделан вывод о том, что частоты проявления дефектов механической части привода проявляются также в сигнале тока приводного двигателя.

Ключевые слова: диагностика, электропривод, вибродиагностика, виброскорость, вейвлет, ток.

Введение. Электромеханический привод является самостоятельной и сложной системой, так как процессы, происходящие в нем, имеют разную физическую природу. Поэтому для оценки технического состояния таких узлов необходимо применять комплексные средства диагностирования. В работах [1, 2, 3, 4, 5, 6] рассмотрены вопросы диагностики электрических двигателей и

технологического оборудования.

Сегодня широко используются методы диагностики механической части электромеханического привода на основе вибрационных и акустических параметров. Ведутся разработки методов токовой диагностики электрических двигателей, которые являются неотъемлемой частью электромеханического привода. Основной недостаток существующих методов раздельного диагностирования механических и электромеханических узлов заключается в том, что не учитывается взаимосвязь и взаимообусловленность механических и электрических явлений в совокупном их проявлении работающего электромеханического привода.

Теоретическое исследование. В настоящее время вейвлетное преобразование является мощным математическим инструментом с гибкой структурой и большим выбором настроек.

Самые распространенные на сегодняшний день вейвлеты – Хаара и Добеши. Дискретное вейвлетное преобразование разлагает сигнал на набор сигналов. Каждый из них содержит информацию об оригинальном сигнале в определенной полосе частот.

На каждом уровне сигнал раскладывается на низкие и высокие частоты. В силу двукратного прореживания длина сигнала должна быть кратна 2^n, где n – число уровней разложения.

Предположим, что значимые частоты в сигнале виброскорости, которые могут нести информацию о возникновении дефекта узла, проявляются также в токовом сигнале приводного двигателя.

В качестве вейвлетов были выбраны вейвлеты Добеши-8 (*db*-8). Сигнал был разложен на 8 поддиапазонов. При использовании такого количества уровней увеличивается частотное разрешение, что позволяет сделать упор на подробном анализе тока приводного двигателя.

Сгенерируем гармонический сигнал $s(x) = sin(3x)$ с частотой v = 96Гц, амплитудой A = 1В, количеством выборок N = 4096, частотой дискретизации $v_д$ = 2058Гц. Получим его вейвлет-разложение в пакете *Wavelet Toolbox* программного продукта *MathLab* (рис. 1).

На рисунке 1 видно, что полезную мощность несет единственный коэффициент *d*5 (его средняя амплитуда равна 1В). Диапазон частот, в котором фигурирует полученный коэффициент находится по таблице. Таким образом, частота v = 96Гц гармонического сигнала $s(x) = sin(3x)$ фиксируется при помощи коэффициента *d*5 (64,32…128,63Гц).

Однако реальный токовый сигнал состоит из множества гармонических сигналов с различными частотами и амплитудами. Поэтому сгенерируем гармонический сигнал $s(x) = sin(20x) + 2sin(3x)$. Такой сигнал состоит из двух гармонических сигналов с частотами ν_1 = 640Гц, ν_2 = 96Гц и амплитудами A_1 = 1В, A_2 = 2В соответственно. Получим его вейвлет-разложение (рис. 2).

Таблица. **Диапазоны частот при вейвлетном преобразовании**

Значение *dt* (с)	Детализация	Поддиапазон (Гц)
0,00049	d_1	1029…2058
	d_2	514,5…1029
	d_3	257,25…514,5
	d_4	128,63…257,25
	d_5	64,32…128,63
	d_6	32,16…64,32
	d_7	16,08…32,16
	d_8	8,04…16,08

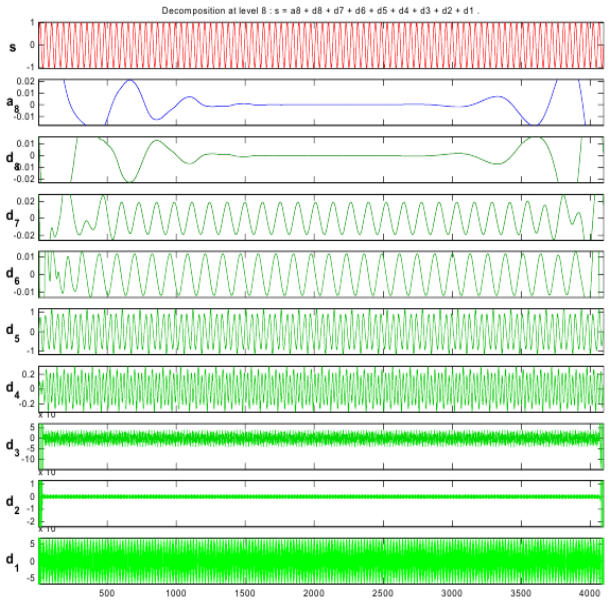


Рис. 1. Гармонический сигнал *s*(*x*) = *sin*(3*x*) и его вейвлет-преобразование

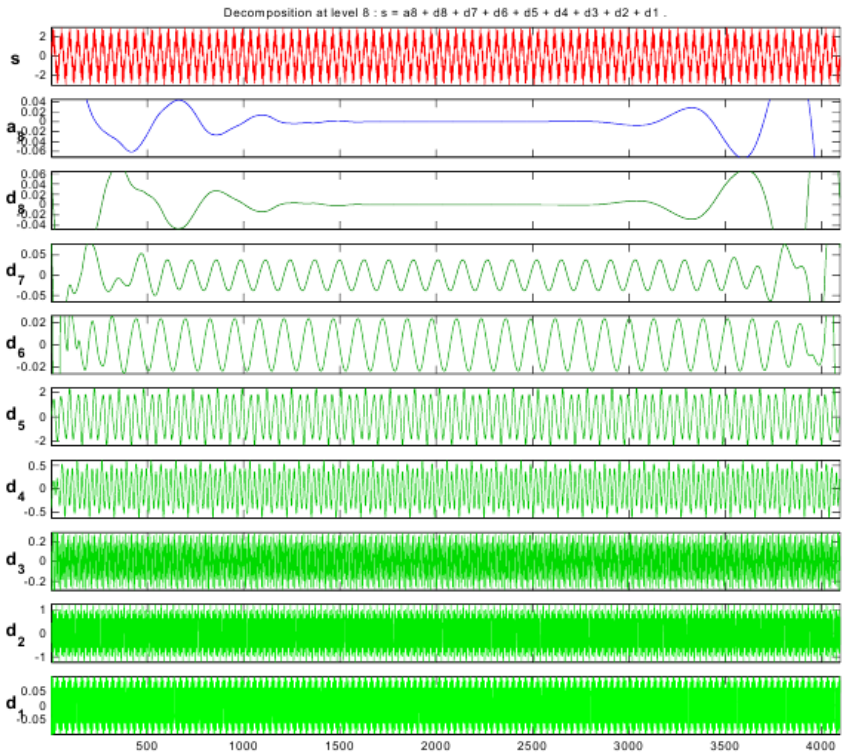


Рис. 2. Гармонический сигнал *s*(*x*) = *sin*(20*x*) + 2*sin*(3*x*)
и его вейвлет-преобразование

На рис. 2 видно, что полезную мощность несут уже два коэффициента: *d*5 (со средней амплитудой 2В) и *d*2 (со средней амплитудой 1В). Таким образом, частоты ν_1 = 640Гц и ν_2 = 96Гц гармонического сигнала *s*(*x*) = *sin*(20*x*) + 2*sin*(3*x*) фиксируются при помощи коэффициентов *d*2 и *d*5 (514,5…1029 Гц и 64,32…128,63 Гц соответственно).

Данное исследование подтверждает возможность использования вейвлет-преобразования для фиксации коэффициентов, в которых проявляются частоты исходного токового сигнала.

Экспериментальные исследования. Экспериментальные исследования проводились на стенде, состоящем из асинхронного двигателя, муфты и червячного редуктора. Использовались вибропреобразователь *AP*2019 (установка на редуктор в непосредственной близости от зубчатого зацепления, крепление на магнит) и датчики тока *LEM LA*-55*P* (установка на 3 фазы статора асинхронного двигателя).

Все эксперименты проводились с нагрузкой на выходном валу червячного редуктора (*M* = 32Н·м).

Мощность электродвигателя *P* = 0,18 кВт. Частота вращения *n* = 1350 об/мин. Червячный редуктор МЧ-40М-31,5-47,6-51-5-1С-У3. Использовался осциллограф *Tektronix TDS*3014 и измеренные данные обрабатывались в программном продукте *LabView*.

Параметры сбора данных: количество выборок *N*=4096, время снятия данных *t*=1с, частота дискретизации υ=2048 Гц.

На рис. 3 и 4 приведены спектры виброскорости исправного привода и с расцентровкой зубчатой передачи соответственно (программная среда *LabView*).

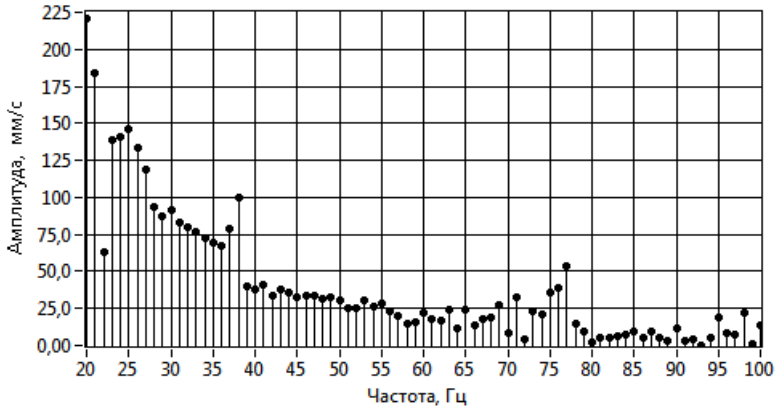


Рис. 3. Спектр виброскорости исправного электрического привода под нагрузкой

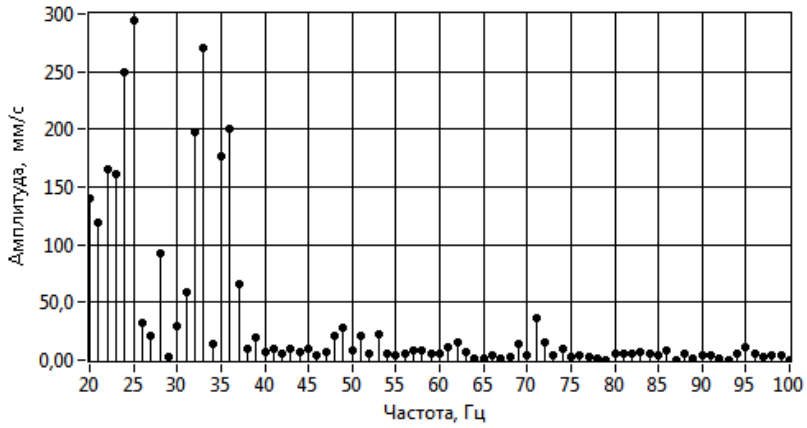


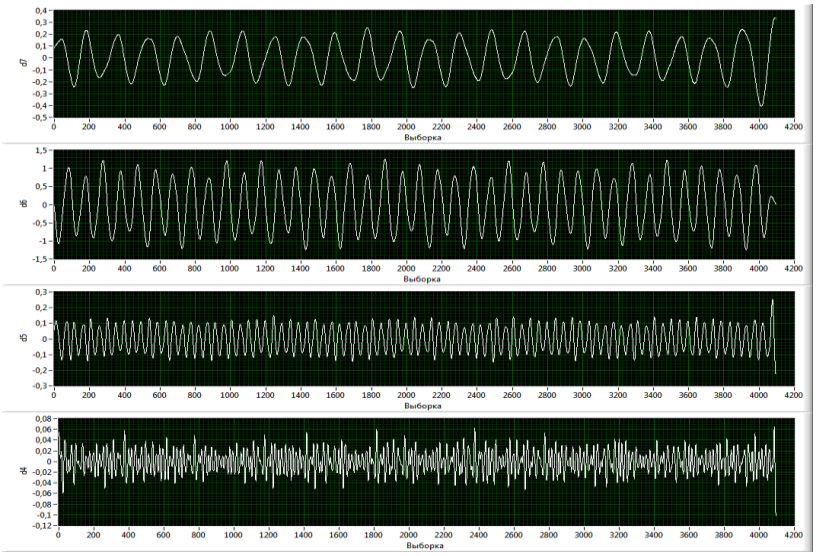
Рис. 4. Спектр виброскорости электрического привода с расцентровкой зубчатой передачи под нагрузкой

При расцентровке зубчатой передачи происходит общее увеличение амплитуды виброскорости в области частот вблизи оборотной частоты вращения червяка F_{r1} = 22,4Гц (со 140 мм/с до 170 мм/с), а также появление множества боковых гармоник у оборотной частоты вращения. Причем ситуация усугубляется наличием «энергетического горба» в полосе частот от оборотной частоты до зубцовой F_z = 45Гц (22,4 – 45 Гц, пики виброскорости до 250-270 мм/с). Это свидетельствует о явном присутствии дефекта зубчатой передачи.

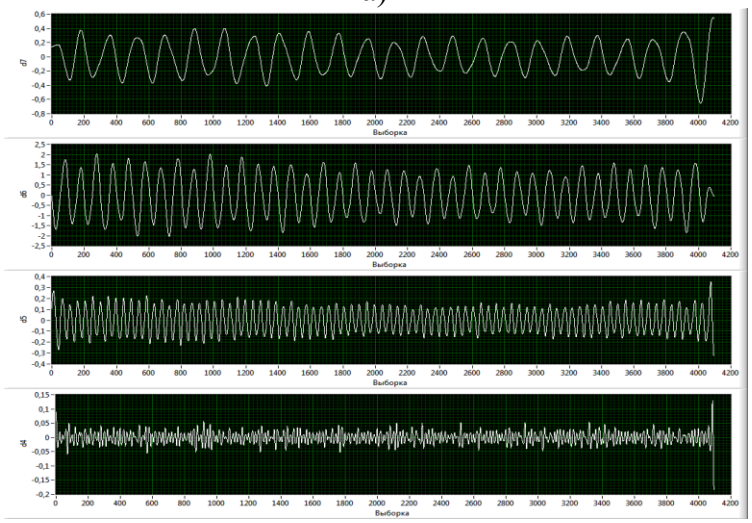
Для вейвлет-анализа тока приводного двигателя приведем результаты эксперимента для того же дефекта (параметры сбора данных прежние). Проанализируем электрический ток статора асинхронного двигателя и его вейвлет-преобразование исправного привода и при расцентровке зубчатой передачи (рис. 5а, 5б соответственно). Вейвлет-коэффициенты уровней разложения 4-7 являются самыми значимыми для исходного привода, так как охватывают всю низкочастотную область, где происходит проявление наиболее часто встречающихся дефектов.

На рис. 5а зафиксированы СКЗ следующих коэффициентов: *d*4 – 0,02 (с пиками до 0,1); *d*5 – 0,07 (с пиками до 0,25); *d*6 – 0,7 (с пиками до 1,25); *d*7 – 0,15 (с пиками до 0,4).

В соответствии с рис. 5б получено изменение СКЗ следующих коэффициентов: *d*4 – не изменился (пики до 0,18); *d*5 – с 0,07 до 0,11 (с пиками до 0,36); *d*6 – с 0,7 до 1 (с пиками до 2,04); *d*7 – с 0,15 до 0,22 (с пиками до 0,66) – по сравнению с исправным электрическим приводом под нагрузкой (рисунок 5а). Полоса частот для проявления данного дефекта (расцентровка зубчатой передачи) составляет примерно от 20 до 70Гц. В ее пределах вычисляются возросшие коэффициенты *d*7 и *d*6 (16,08…64,32 Гц), находится оборотная частота червяка и ее боковые гармоники, а также зубцовая частота. Сильное влияние на амплитуду данных коэффициентов оказывает «энергетический горб», который наблюдается на спектре виброскорости (рис. 4).



а)



б)

Рис. 5. Вейвлет-коэффициенты (*d*4-*d*7) тока первой фазы статора двигателя исправного привода (а) и с расцентровкой зубчатой передачи (б) под нагрузкой

Для наглядной графической иллюстрации проведена оценка мощности вейвлет-коэффициентов каждого уровня. Находится оценка дисперсии ряда (1):

$$\mathrm{E_j} = \frac{1}{T}\sum_{k=1}^{r_j} d_j^2(k), \qquad (1)$$

где T_j – число коэффициентов в каждой шкале; j – уровень разложения; d_j – детализирующий волновой коэффициент j-го уровня разложения.

Графическая иллюстрация результатов экспериментов (для исправного привода и с расцентровкой зубчатой передачи) приведена на рис. 6.

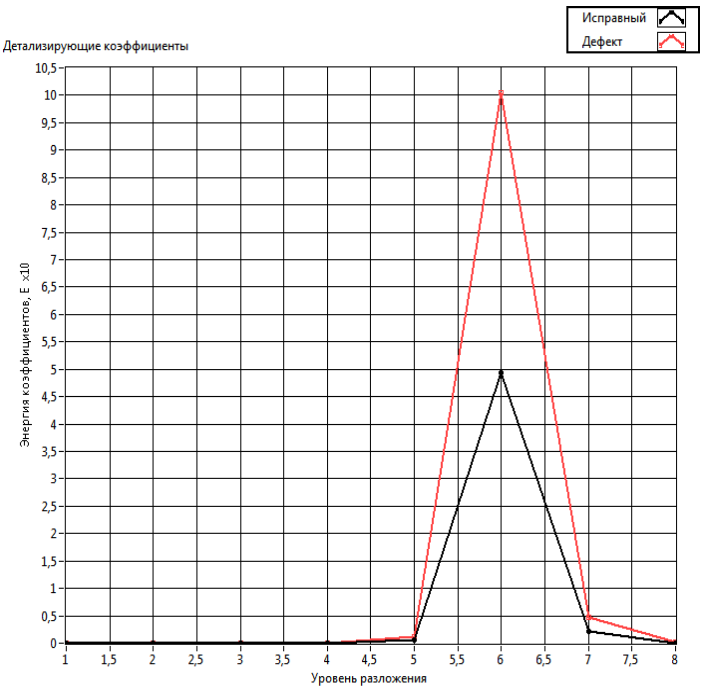


Рис. 6. Изменение коэффициентов вейвлет-преобразования исправного привода и при возникновении дефекта

Заключение. В данной работе выявлена связь между электрическими и механическими диагностическими параметрами на примере системы комплексной диагностики электромеханического привода. Появление дефекта приводит к изменению вибродиагностических параметров, а также скачкам тока статора двигателя. Частоты проявления дефекта механической части привода (на примере расцентровки зубчатой передачи) также наблюдаются при вейвлет-анализе тока статора (возрастание амплитуды соответствующего коэффициента). По результатам настоящей работы составлены таблицы функций неисправностей различных узлов для проведения комплексной диагностики электромеханического оборудования.

Список литературы

1. *Stepanov P., Nikitin Yu.* Diagnostics of Mechatronic Systems on the Basis of Neural Networks with High-Performance Data Collection // Mechatronics 2013: Recent Technological and Scientific Advances. Brno, Czech Republic, Springer International Publishing Swizerland, 2014. PP. 433–440.
2. *Stepanov P., Lagutkin S.*. Research of Electric and Mechanical Diagnostic Parameters of Drive Equipment // Applied Mechanics and Materials. Trans Tech Publications, Switzerland – 2014. – Vol.683, – PP. 177-182.
3. *Abramov I., Nikitin Yu., Zorina O, Božek P., Stepanov P., Stollmann V.* Monitoring of technical condition of motors and bearigs of woodworking equipment // Acta Facultatis Xylologiae Zvolen, Zvolen, Technick univerzita vo Zvolene – 2014. – 56(2), – PP. 97-104.
4. *Никитин Ю.Р., Абрамов И.В., Степанов П.И.* Логико-лингвистическая модель диагностирования и прогнозирования остаточного ресурса мехатронных объектов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2. С.79–87.

5. *Степанов П.И., Лагуткин С.В., Никитин Ю.Р.* Комплексная токовая и вибродиагностика электромеханических систем // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 2. – С.160–165.
6. *Степанов П.И., Лагуткин С.В., Никитин Ю.Р.* Механические и электрические диагностические параметры электрических приводов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 2. – С.59–63.

Филонина Е.А., аспирант, e-mail: filonina.ea@gmail.com;
Лютов А.Г., д.т.н., профессор, lutov1@mail.ru;
Ильин А.Н., к.т.н., доцент, aleksandr.ilin.71@mail.ru

ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный авиационный технический университет»

Управление жизненным циклом свечей зажигания с целью повышения качества

Аннотация: Рассматриваются вопросы обеспечения и повышения качества процесса производства свечей зажигания и их эксплуатационных свойств на различных стадиях жизненного цикла за счет разработки системы поддержки принятия решений. Показана связь различных этапов жизненного цикла с качеством изготовления свечей зажигания и с особенностями обеспечивающих их технологических процессов. Выявлены контролируемые и неконтролируемые параметры свечей зажигания, влияющие на качество розжига и запуска двигательных установок. Описан подход к разработке структуры системы поддержки принятия решений для жизненного цикла свечей зажигания и представлены некоторые реализованные ее элементы, прошедшие апробацию в реальном производстве. Предложенная структура экспертной системы позволяет решать задачи параметрической идентификации на стадии проектирования и выявлять проблемы, возникающие при технологической эксплуатации изделий. Комплексный подход управления качеством свечей зажигания обеспечивает возможность стабилизации качества изделий на разных стадиях технологического процесса, что позволяет сократить затраты при проектировании и изготовлении и повысить конкурентоспособность изготавливаемой продукции.

Ключевые слова: свечи зажигания, жизненный цикл изделия, управление качеством, система поддержки принятия решений.

Введение

Известны параметры свечей зажигания, которые определяют их ресурс. К таким параметрам относятся свойства материалов, свойства конструкции, характеристики электрического разряда, условия работы, свойства топливовоздушной смеси. Так, например, увеличение искрового зазора свечи одновременно с повышением мощности и энергии разрядов приводит к уменьшению ее ресурса. Задачи повышения эффективности систем зажигания, увеличения ресурса свечей и, как следствие, повышения качества процесса

производства свечей остаются актуальными. Это обусловлено тем, что среда, в которой эксплуатируются агрегаты зажигания, постоянно изменятся. На ее свойства оказывают влияние рост давления воздуха в двигателях, а в случае летательных аппаратов – возрастающие скорости их полета [1].

Если анализировать свечи, как элемент системы зажигания, обеспечивающий ее надежность и качество на разных стадиях жизненного цикла, то возникает необходимость выдерживать характеристики, связанные с обеспечением калильного числа, герметичности и электрического сопротивления. Более глубокий анализ показывает, что перечисленные выше характеристики связаны между собой конструктивными параметрами свечи [2].

Целью исследования является повышение качества технологического процесса изготовления свечей зажигания и их эксплуатационных свойств на различных стадиях жизненного цикла. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать структуру системы поддержки принятия решений по обеспечению качества на различных этапах жизненного цикла свечей зажигания.
2. Разработать алгоритм функционирования системы обеспечения качества производства свечей зажигания.
3. Исследовать порядок разработки конструкторско-технологической документации при изготовлении свечей зажигания.

Основная часть

Свеча зажигания определяет длину искры, продолжительность же искрового разряда зависит от типа и конструкции системы зажигания, а также от условий, при которых происходит зажигание. Мощность и топливная экономичность двигателя тесно связаны со скоростью сгорания рабочей смеси после ее воспламенения [3]. На сегодняшний день особенности отечественного производства искровых свечей таковы, что технологический цикл их изготовления является длительным и энергозатратным, а себестоимость изделий – высокой, при этом велика доля ручного труда и степень влияния человеческого фактора. Высоки технологические потери, связанные с браком. В совокупности эти факторы резко снижают конкурентоспособность отечественной продукции. Таким образом, обусловлена необходимость создания систем автоматизации и систем поддержки принятия решений для повышения степени отслеживаемости и идентифицируемости продукции [4].

На современном этапе большинство руководителей начинают испытывать потребность в комплексном описании и планировании развития предприятия. При этом задачи, связанные с проектированием и построением информационных систем, вызывают наибольший интерес. Существует множество подходов к решению этих задач. Большинство подходов опирается на инструментальные средства, позволяющие автоматизировать создание информационной системы. Задача по созданию информационной системы делится на несколько подзадач. Это распределение зависит от применяемого подхода, но в любом из них всегда присутствуют два действия:

• сбор информации и моделирование организационных и технологических процессов;

• построение архитектуры будущей информационной системы для автоматизации указанных процессов.

При моделировании процессов, как правило, рассматриваются три аспекта [4]:

• объекты, которыми оперируют в процессах;

• процессы, которые выполняются;

• события, управляющие изменениями процессов и объектов.

В настоящее время для решения задачи управления большим количеством бизнес-процессов (производственных, инженерных, финансово-экономических), материальных объектов и ресурсов в едином информационном пространстве предприятий применяется программное обеспечение интегрированных автоматизированных информационных систем (например, PLM-IAIS-ERP-системы), построенных на базе многоуровневых объектно-ориентированных функциональных моделей данных систем. Предлагается для решения задач управления качеством создать систему, регулирующую конструкторские, технологические и организационно-производственные решения, и обеспечивающую стабильность различных стадий жизненного цикла изделий (рис. 1).

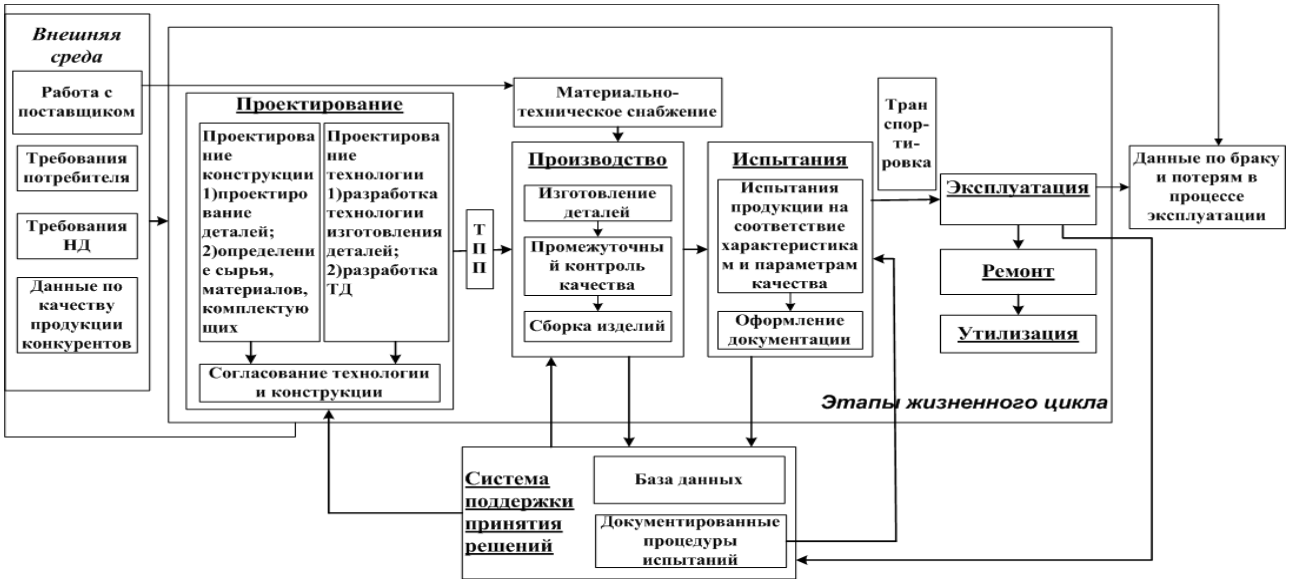


Рис. 1. Структура системы поддержки этапов жизненного цикла свечей зажигания (НД – нормативная документация; ТПП – технологическая подготовка производства)

Система создается с целью охватить весь технологический процесс и решать проблемы технологической наследственности, когда возникновение отказа свечи зажигания, как проявление дефекта изготовления, останавливает процесс производства, поскольку необходимо выполнить анализ распространяемости дефекта, повторяемости отказа за последнее время (от 2 до 5 лет), что заставляет увеличивать сроки отгрузки готовой продукции и приводит к возможным отзывам ее из эксплуатации.

Предполагается, что в общем случае для решения задач управления качеством должна быть создана иерархическая система, которая объединяет систему верхнего уровня, регулирующую конструкторские и технологические решения, и систему нижнего уровня, обеспечивающую стабильность технологического процесса. Совмещение систем двух уровней является важной задачей. Алгоритм функционирования системы представлен на рис. 2. Проведенные работы [2] показали принципиальную возможность реализации системы, определили ее структуру и необходимый на текущем этапе состав программных продуктов, которые необходимо связать между собой для решения поставленной задачи.

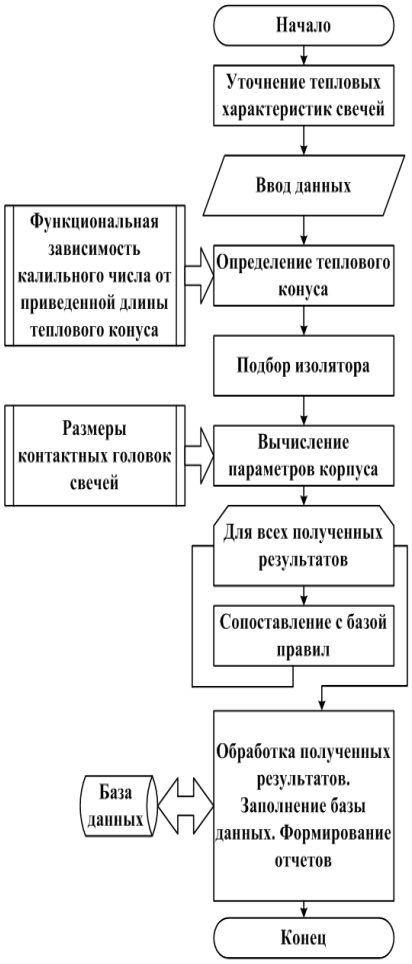


Рис. 2. Алгоритм функционирования системы

Воспламенение горючей смеси электрической искрой – сложное взаимодействие электрических и тепловых процессов, происходящих в искровом промежутке свечи зажигания. Выделяющаяся теплота от искрового разряда способствует образованию первичного очага пламени, а электрическое поле между электродами свечи зажигания активизирует начавшуюся химическую реакцию и горение [5]. Результаты проведенных испытаний в виде конструкторских и технологических решений унифицированных изделий позволяют наполнить созданную базу данных. При получении задания на

новую разработку или модернизацию уже выпускаемого изделия уточняются тепловые характеристики свечей:

- значение калильного числа,
- рабочие температуры,
- предельное давление в камере,
- наличие и значение электрического сопротивления в цепи,
- климатические зоны и условия эксплуатации,
- требования к термоэластичности свечи (определяют вид электрода и наличие выступания теплового конуса изолятора).

Следующим этапом на основе разработанной функциональной зависимости калильного числа от приведенной длины теплового конуса (по результатам многофакторного эксперимента и его обработки), представленной на рис. 3 (верхняя прямая соответствует биметаллическому центральному электроду, нижняя – моно-электроду), определяется тепловой конус. Далее на основании данных ряда исполнительных размеров изоляторов делается подбор серийно изготавливаемых изоляторов, а так же вычисляется камера корпуса. С учетом размеров контактных головок свечей, выбирается корпус с требуемой технологией изготовления (точением на многошпиндельных токарно-револьверных станках или штамповкой), из серийно выпускаемых. Это позволяет получить типовые конструкторские решения сборочных единиц и изделия в целом на основе серийно изготавливаемых деталей, а также унифицированные технологические процессы в виде документированных процедур, конструкторской и технологической документаций, в соответствии со стандартом ГОСТ РВ 15.307-2002 [6].

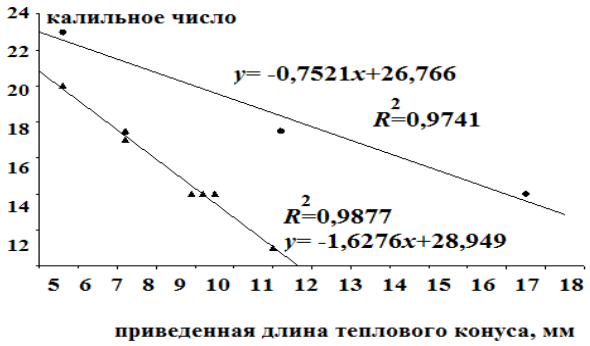


Рис. 3. Взаимосвязь значения калильного числа с приведенной длиной теплового конуса изолятора или камеры корпуса свечи зажигания

Заключение

Рассмотренный подход дает возможность сократить количество конструкторской и технологической документации и осуществить переход на типовые конструкторские решения, технологические процессы, процессы и унифицированную оснастку. Это позволяет сократить затраты на подготовку производства и способствует стабилизации всего технологического процесса, поскольку минимизируется необходимость перестройки технологического цикла.

Предложенная структура экспертной системы позволяет решать задачи параметрической идентификации на стадии проектирования и выявлять проблемы, возникающие при технологической эксплуатации изделий. Комплексный подход управления качеством свечей зажигания дает возможность стабилизировать качество изделий на разных стадиях технологического процесса, что позволяет сократить затраты при проектировании и изготовлении, повысить конкурентоспособность продукции.

Список литературы

1. *Гизатуллин Ф.А., Алимбеков Л.И.* Закономерности износа полупроводниковых свечей зажигания // Известия вузов. Авиационная техника. 2002. №1. С. 39 – 42.
2. *Ильин А.Н., Филонина Е.А.* Комплексный подход к управлению качеством искровых свечей зажигания для поршневых двигателей на различных стадиях жизненного цикла // Вестник УГАТУ. 2015. Т. 19, №3 (69). С. 163-170.
3. *Данов Б.А.* Системы зажигания автомобильных двигателей. М.: Горячая линия – Телеком, 2005. 184 с.
4. *Лютов А.Г., Загидуллин Р.Р., Схиртладзе А.Г., Огородов В.А., Рябов Ю.В., Чугунова О.И.* Компьютерные системы управления качеством для автоматизированных производств. М.: Машиностроение, 2010. 717 с.
5. *Набоких В.А.* Аппараты систем зажигания: справочник. М.: Издательский центр «Академия», 2009. 320 с.
6. ГОСТ РВ 15.307-2002. Система разработки и постановки продукции на производство. Военная техника. Испытания и приемка серийных изделий. Основные положения. М.: Госстандарт России, 2002. 21 с.

Чураков К.В., магистрант, e-mail: flikgames@yandex.ru;
Никитин Ю.Р., к.т.н., доцент, e-mail: nikitin@istu.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Научно технические аспекты способов повышения надёжности упругого подвеса акселерометра

Аннотация: В данной статье анализируется методы повышения надёжности упругих подвесов, основанных на применение различных способов его крепления к основанию чувствительного элемента. Рассмотрены преимущества и недостатки различных способов крепления упругого подвеса и возможность их применения. В качестве подвеса для оценки напряжения, предполагается применить прямой упругий подвес.

Ключевые слова: напряжение, дефекты, чувствительный элемент, упругий подвес.

Введение

С появлением сложных технических средств управления робототехническими и мехатронными системами, возникла большая необходимость в применение современных инерционных датчиков с повышенной точностью измерения. Одними из них являются акселерометры, представляющие собой датчики, основанные на измерение статического и переменного ускорения.

Наиболее важной частью чувствительного элемента акселерометра является упругий подвес, параметры которого существенно влияют на его характеристики, такие как чувствительность и т. д. Малая надёжность конструкции упругого подвеса является главной проблемой при его разработке. Для предотвращения отказа или разрушения подвесов, необходимы различные способы их усовершенствования, направленные на повышение надёжности.

Существенный вклад в исследование и разработку упругих подвесов внесли отечественные учёные, такие как Унтилов А.А., Распопов В.Я. и другие [1-6]. Разработкой и изготовлением акселерометров в России занимаются ЗАО «ГИРООПТИКА», ОАО «Темп-Авиа».

Перечень дефектов в конструкции акселерометра и основные причины их возникновения

Чаще всего дефекты в акселерометре связаны с нарушением условий их эксплуатации и хранения. К дефектам подвеса можно отнести образование микротрещин или микронеровностей, возникающих при повышенной нагрузке на растяжение или сжатие, а также при превышении температурного режима. Данные типы дефектов чаще всего происходят в местах концентраций напряжения, а именно, в местах изменения формы, зоны контакта деформируемых тел и т.д.

В отличие от пластических материалов, где в местах концентрации напряжения происходит пластическая деформация, в акселерометрах, изготовленных из монокристаллического кремния, при напряжении, превышающий предел прочности равный 7 ГПа, образуется микротрещина, которая в дальнейшем приводит к его разрушению [1].

Максимальное напряжение в сечении определяется из выражения [2]:

$$\sigma_{\max} = \alpha \sigma_{ном}, \qquad (1)$$

где α – теоретический коэффициент концентрации напряжения, который зависит от формы перехода деформируемых поверхностей; $\sigma_{ном} = \frac{p}{s}$ - номинальное напряжение без учёта концентраций.

Распределение напряжений в подвесе под действием статической нагрузки равного 1 Н/м^2, представлено на рис. 1.

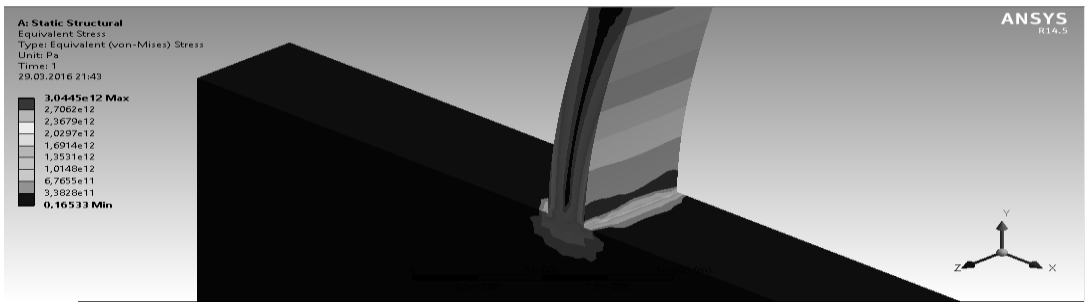


Рис. 1. Распределение напряжения под нагрузкой в подвесе, закреплённого под прямым углом

Из анализа напряжённого состояния упругого подвеса под действием статических нагрузок видно, что максимальные напряжения сконцентрированы в месте жёсткого закрепления, а именно, по краям подвеса в местах изменения его формы.

Способы крепления упругого подвеса

Изменение формы подвеса в месте их крепления к основанию является наиболее известным способом уменьшения напряженности, возникающего в данной области. Данный способ позволяет частично уменьшить напряжённость в месте контакта путем его распределения по всей длине изгиба [3, 4].

Процесс изготовления кремниевых подвесов основан на постепенном снятии слоя кремния в процессе травления и фотолитографии в соответствии с заданным шаблоном. Для этого при анизотропном травлении применяют дополнительную фотолитографию к местам соединения основания и упругого подвеса в соответствии с заданным профилем.

Профили подвесов акселерометра представлены на рис. 2.

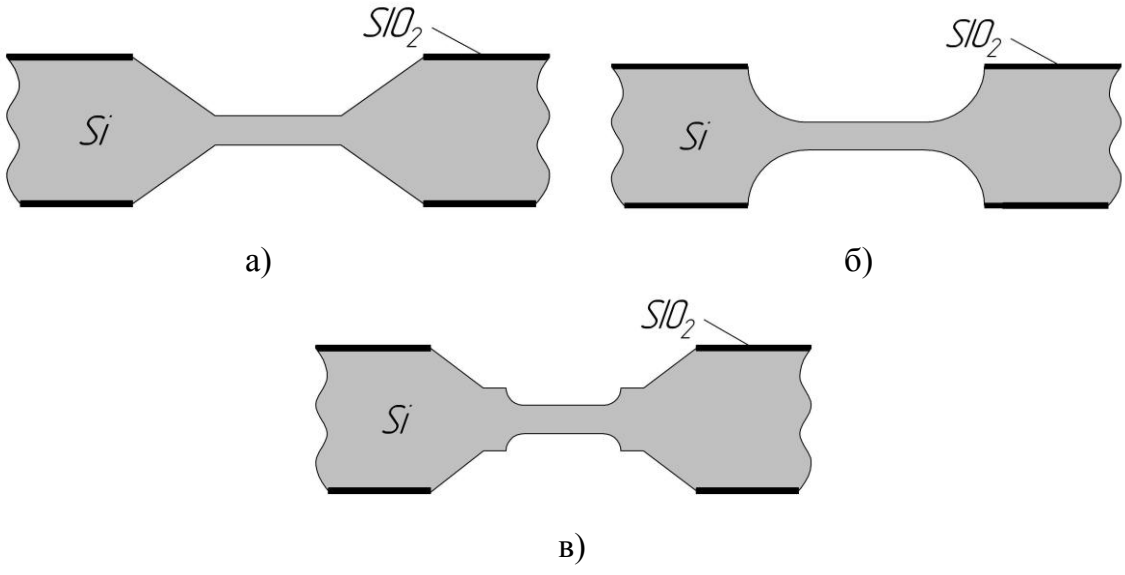


Рис. 2. Профили упругого подвеса: а) с фаской, б) со скруглением, в) со скруглением и с фаской.

Первый способ закрепления подвеса (рисунок 2а) основан на применение фасок на концах упругого подвеса. При внешнем воздействии напряжённость, возникающая на концах подвеса, распределяется по толщине подвеса. С учётом того, что фаски накладываются в соответствии с заданным углом наклона, напряжённость также будет распределяться в соответствии с заданным углом наклона.

Распределения напряжённости в подвесе, под действием статической нагрузки, с применение фасок представлено на рис. 3.

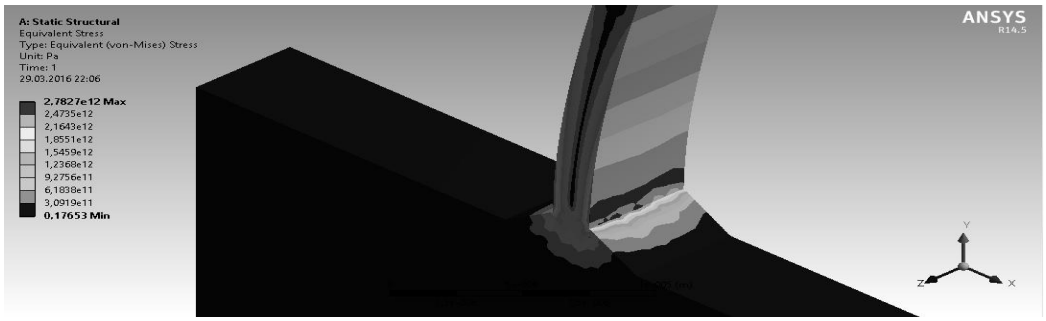


Рис. 3. Распределение напряжения под статической нагрузкой в подвесе фаской

Таблица 1. **Зависимость максимального напряжения в месте контакта от угла наклона фаски**

α, град	0	15	30	34	45	60
σ, Па·10^{12}	3,0445	3,0323	2,8005	2,7827	3,2236	3,111

По результатам расчета видно, что минимальное напряжение достигается под углом 34°, а с повышением или понижением угла наклона происходит повышение напряжения в месте контакта.

Второй способ закрепления (рис. 2б), в отличие от первого, имеет на концах не фаски, а скругления, где радиус скругления r выбирается на основе достижения минимальной напряжённости в месте контакта.

Распределения напряжённости в подвесе, под действием статической нагрузки, с применением скругления представлено на рис. 4.

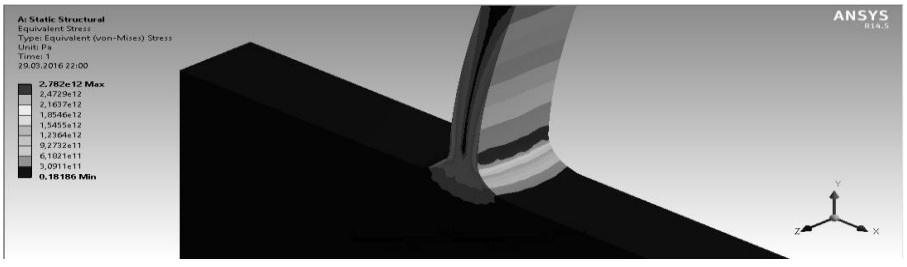


Рис. 4. Распределение напряжения под статической нагрузкой в подвесе со скруглением

Таблица 2. **Зависимость максимального напряжения в месте контакта от радиуса скругления**

r, мкм	0	1	2	2,5	5	10
σ, Па·10^{12}	3,0445	3,3125	2,9589	2,782	2,3636	1,5863

При применении данного способа закрепления необходимо учитывать зависимость между размерами инерционной массы и упругого подвеса с оптимальным радиусом скругления места контакта, который выбирается из условия достижения заданной жёсткости упругого подвеса на изгиб.

Третий способ (рис. 2в) включает в себя как применение фаски, так и применение скругления.

Данный тип закрепления подвески является наиболее сложным технологически из-за применения двойной фотолитографии по сравнению с другими способами закрепления, а значит, что данный способ закрепления можно не рассматривать.

Рассмотренные способы закрепления подвеса, также могут применяться для различных форм упругих подвесов, в том числе в змеевидных и складчатых подвесах [5].

Необходимо учесть, что в реальных условиях упругие элементы акселерометра подвергаются не только статическим, но и динамическим нагрузкам. Следовательно, необходимо учитывать, что при динамических нагрузках кроме упругой деформации в акселерометре возникают и силы инерции, что в свою очередь может привести к повышению напряжения, которая возникает при воздействии только статической нагрузки.

Кроме оценки напряжения и деформации в подвесе, необходимо учитывать усталостную прочность, предел выносливости и остаточное напряжение. Данные свойства можно оценить только при продолжительном воздействии циклической нагрузки.

Критическое напряжение, при котором происходит разрушение монокристаллического кремния равно ~500 МПа [6].

Вывод

В данной статье был проведён анализ различных способов закрепления упругого подвеса и сделан вывод, что наиболее приемлемым остается подвес с применением фасок в местах крепления. Данный способ крепления подвеса является более технологичным, чем при применении скругления, и более дешевый при производстве. Учитывая достоинства и недостатки данного способа закрепления, сделан вывод, что он будет иметь наибольшее применение в производстве акселерометров.

Список литературы

1. *Распопов В.Я.* Микромеханические приборы: учебное пособие. – М.: Машиностроение, 2007. – 400 с.: ил.

2. *Александров А.В., Потапов В.Д., Державин Б.П.* Сопротивление материалов: Учеб. для вузов. – 2-е изд. испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 560 с.: ил.
3. *Полынков А.В., Трунов А.А.* Способ изготовления упругих элементов из монокристаллического кремния. Патент РФ № 2059321. Опубл. 04.08.1993.
4. *Медведева И.И., Коновалов С.Ф., Трунов А.А., Лаптева Т.Н.* Способ изготовления упругих элементов из монокристаллического кремния. А.с. СССР № 1708103 от 31.03.89.
5. *Чураков К.В., Никитин Ю.Р.* Научно технически аспекты усовершенствования ёмкостного акселерометра для робототехники и автомобилестроения. Сборник научных трудов «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке». - Ижевск: Изд-во ИжГТУ им. М.Т. Калашникова. 2015. – С. 233–238.
6. *Унтилов А.А.* Исследование и разработка упругого подвеса чувствительного элемента микромеханического гироскопа: дис. канд. тех. наук: 2005. Санкт-Петербург, 2005. – 148 с.

Раздел 3. Информационно-телекоммуникационные системы и технологии

Содержание

Алиев А.В., Рогожников М.А., Говязин Р.А., Говязина А.Р. Проблемно-ориентированные вычислительные комплексы 257
Богдан О.П., Дудина Ю.С., Бабайлов Н.А. Влияние изменения настроек ультразвуковых диагностических сканеров на уровень выходной интенсивности излучения 259
Варламов Д.О., Лагерев Д.Г. UpTask – система мотивационного тайм-менеджмента и управления задачами 264
Вершинин А.С. Контрольно-проверочная аппаратура бортового цифрового вычислительного комплекса 267
Жидяев А.В. Компенсация частотного рассогласования при обработке радиосигнала в коррелляторе 270
Майоров А.В., Марков Е.М. Разработка алгоритма автоматического получения и распознавания номерных знаков 276
Макарова Е.А., Лагерев Д.Г. Применение методов обезличивания персональных данных для обеспечения защиты конфиденциальной информации в медицинских организациях 280
Муллахметов И.Р., Тюльканов М.В. Разнообразие систем автоматизации бизнес-процессов предприятия 285
Сибгатуллин Б.И., Барсуков В.К. Влияние эквивалентного последовательного сопротивления танталовых конденсаторов на результаты испытаний импульсным током 290
Бустами Р., Климов И.З. Анализ режимов криптографии на шифрование изображения 294
Дащенко Р.В. Автоматизированное рабочее место технолога 300
Копылов Н.С., Сяктерева В.В. Разработка и исследование электротепловых моделей поршня двигателя внутреннего сгорания 303
Antipova K.S., Gorokhov M.M. CRM system for the medical - prophylactic institutions 307
Богатырев В.Д., Корнилов И.Г. Учебно-методический комплекс по предмету математическая логика и теория алгоритмов 309
Derendyaev P.A., Gorokhov M.M. Information system planning resource medical-prophylactic institution 313
Зайцева Е.М., Королев Н.А., Раев А.С. Использование информационных технологий в процессе проектирования радиоэлектронных средств 315
Морозов А.В., Андрюхина Т.Н. Роль содержательно-знаковой наглядности при проведении лабораторных работ 317
Богатырев В.Д. Обзор PHP фреймворка Laravel5 322

УДК 004.383

Раздел 3. Информационно-телекоммуникационные системы и технологии

Алиев А.В., д.ф-м.н., профессор,
Рогожников М.А., аспирант, e-mail: rogozhnikov.max@gmail.com
Говязин Р.А., аспирант,
Говязина А.Р., аспирант.

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Проблемно-ориентированные вычислительные комплексы

Аннотация: В статье рассмотрены требования, предъявляемые к CAD/CAE комплексам. Проанализированы современные тенденции увеличения производительности проблемно-ориентированных вычислительных комплексов. Сформулированы общие требования к проблемно-ориентированным вычислительным комплексам для CAD/CAE пакетов.

Ключевые слова: проблемно-ориентированный комплекс, суперкомпьютер, ANSYS, Flowvision, многопроцессорные ЭВМ, GPU.

С каждым днём количество областей, в которые проникают современные технологии расширяется. В промышленности для сложных математических расчётов и визуализации данных давно уже применяются системы автоматизированного проектирования (CAD, Computer Aided design; CAE, Computer-Aided Engineering). Данные системы позволяют существенно сократить срок разработки нового продукта и его конечную стоимость. Уменьшение временных и стоимостных затрат обеспечивается за счёт того, что нет необходимости производить множество прототипов для апробации идеи и проверки работоспособности изделий. В настоящее время CAD/CAE системы позволяют полностью смоделировать поведение как самого объекта, так и окружающей среды вокруг него, включая воздействие ряда факторов на объект. Использование CAD/CAE накладывает определённые требования к аппаратным ресурсам ввиду того, что операции визуализации и расчёта относятся к классу ресурсоёмких задач. Для увеличения производительности аппаратных средств в настоящее время применяются программно-ориентированные вычислительные комплексы в связи с чем данный обзор является актуальным.

Одними из наиболее популярных пакетов CAD/CAE в области машиностроения являются ANSYS[1], SolidWorks[2], FlowVision[3] и OpenFOAM [4, 5].

В ходе рабы были проанализированы аппаратные требования, предъявляемые производителям данных CAD/CAE систем. Также были проанализированы рекомендации по повышению производительности CAD/CAE систем.

В связи с тем, что операции визуализации расчётов являются ресурсоёмкими и требующими большой производительности, возникает необходимость в увеличении производительности аппаратных ресурсов. Увеличение производитель-

ности за счёт увеличения количества CPU является дорогостоящем ввиду высокой стоимости самого ядра и стоимости материнский платы для размещения данных ядер. Вследствие фактора, описанного выше, основным трендом развития является использование графических ядер из-за их малой стоимости и достаточно высокой производительности (рис. 1) [6].

Как видно из рисунка 1 наибольшая производительность достигалась при использовании связки центрального и графического процессора.

В настоящий момент использование GPU[7] ускорителей позволяет увеличить производительность супер компьютера в несколько раз (рис. 2) при той же стоимости оборудования.

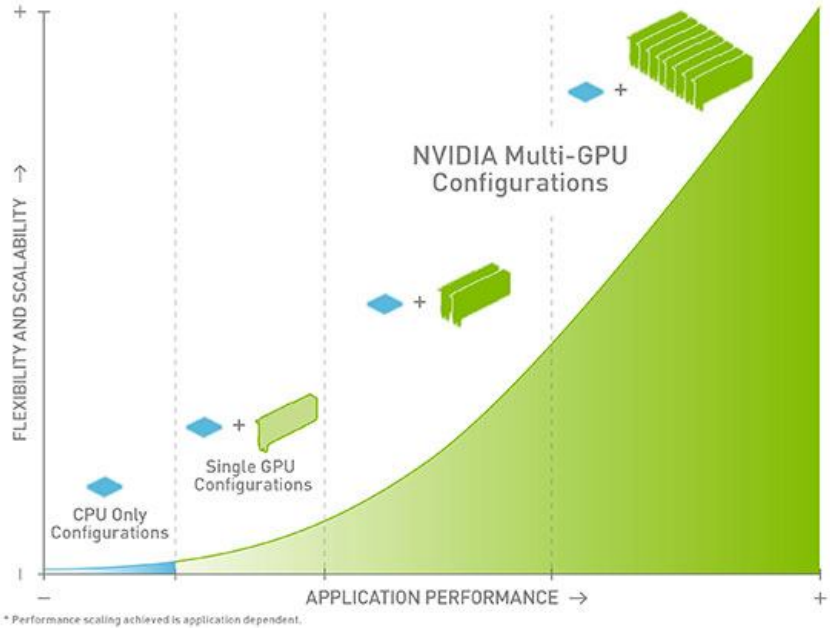


Рис. 1. Рост производительности в зависимости от конфигурации системы.



Рис. 2. Сравнение производительности супер компьютеров с GPU

В ходе анализа требований для CAD/CAE систем и существующих комплексов были сформулированы следующие общие требования к архитектуре используемых вычислительных средств:

- x64 разрядная операционная система, желательно семейства UNIX;
- максимально адресуемое количество памяти на один CPU - минимум 1 ГБ на одно ядро;

- в качестве жёсткого диска предпочтительней применение SSD-накопителей;
- профессиональная материнская плата с несколькими CPU (Intel Xeon);
- профессиональная видео карта с поддержкой технологии CUDA для увеличения количества решающих ядер;
- объём оперативной памяти напрямую зависит от количества степеней свободы и от применяемого пакета CAD/CAE.

Список литературы

1. High-Performance Computing Partners, URL: http://www.ansys.com/cgi-bin/HardwareSupport/recommended/recommended.html (дата обращения 20.03.2016).
2. SOLIDWORKS System Requirements | Windows and Mac | SOLIDWORKS, URL: http://www.solidworks.com/sw/support/SystemRequirements.html (дата обращения 20.03.2016).
3. Performance tests of OpenFOAM with CUDA, URL: https://www.hpc.ntnu.no/display/hpc/Performance+tests+of+OpenFOAM+with+CUDA (дата обращения 20.03.2016).
4. FlowVision Help, URL: https://flowvision.ru/webhelp/fvru_30903/ (дата обращения 20.03.2016).
5. Тестирование FlowVision HPC на видеокартах компании NVIDIA, URL: https://tesis.com.ru/infocenter/downloads/flowvision/FVhpc_Nvidia.pdf (дата обращения 20.03.2016).
6. Multi-GPU Technology, Systems, and Applications from NVIDIA, URL: http://www.nvidia.com/object/multi-gpu-technology.html (дата обращения 22.03.2016)
7. The NVIDIA DGX-1 Deep Learning System, URL: http://www.nvidia.com/object/deep-learning-system.html (дата обращения 4.04.2016)

Богдан О.П., доцент, e-mail: pmkk@istu.ru;
Дудина Ю.С., магистрант;
Бабайлов Н.А., студент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние изменения настроек ультразвуковых диагностических сканеров на уровень выходной интенсивности излучения

Аннотация: В работе рассмотрена зависимость распределения интенсивности ультразвукового излучения конвексного датчика при различных комбинациях настроек диагностического сканера Edan U50.

Ключевые слова: интенсивность ультразвукового излучения, пузырек, диагностический сканер, фокусировка, сила радиационного давления

Ультразвуковая (УЗ) диагностика считается одним из наиболее безопасных методов диагностики, но и здесь могут возникнуть негативные последствия, такие как локальный перегрев тканей, ожог надкостницы, денатурация белка, повреждение мембран клеток и т.п. [1]. Для того чтобы избежать этих последствий необходимо знать уровень выходной интенсивности УЗ излучения, а также ее распределение в пространстве, ограниченном международными стандартами (согласно IEC для B-режима – 100 мВт/см^2, согласно FDA для допплеровского режима – 720 мВт/см^2) [2].

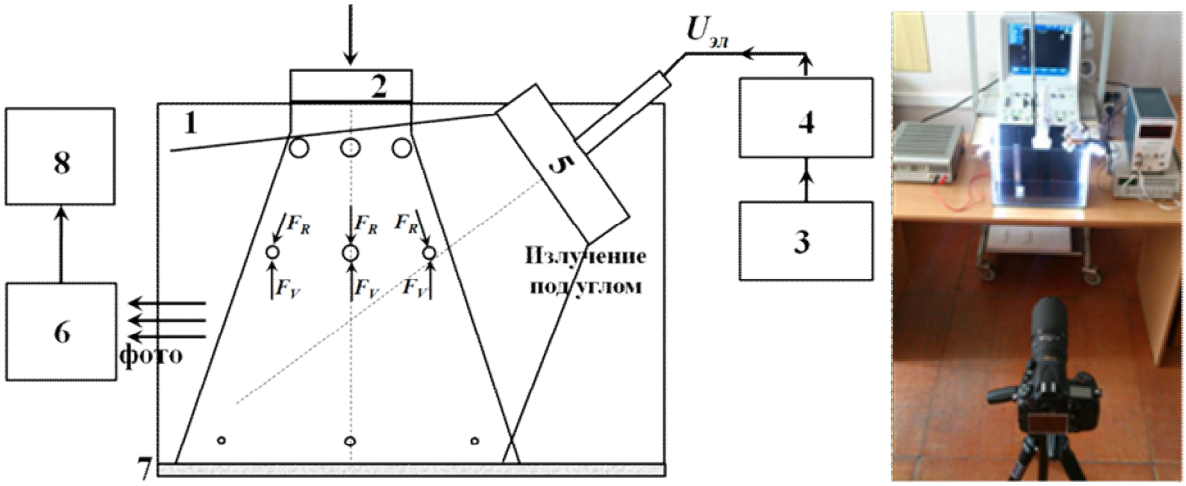
Стремясь повысить конкурентоспособность, производители сканеров повышают их информативность за счет разработки новых функциональных возможностей, дополнительных режимов исследования, возможности вариации разных настроек (изменение частоты излучения, числа фокусов, числа фокусных позиций, глубины озвучивания и др.), а также увеличения качества изображения посредствам превышения интенсивности УЗ излучения установленных норм.

Поэтому весьма актуальным является исследование уровня интенсивности УЗ излучения при всевозможных вариациях настроек и режимов работы УЗ диагностических сканеров.

Для оценки интенсивности УЗ излучения использовалось устройство (рис. 1), в основе которого лежит измерение радиусов равновесных пузырьков в жидкости в поле УЗ датчика, равновесие которых достигается равенством выталкивающей силы F_V и силы радиационного давления F_R. Для создания газовых пузырьков в жидкости используется формирователь пузырьков 5, который образует стабильную кавитацию в емкости в дистиллированной воде 1. При включении УЗ конвексного датчика диагностического сканера 1 в жидкости наблюдается суперпозиция полей УЗ датчика и формирователя пузырьков 5, в пределах которых располагаются равновесные пузырьки. При выключении формирователя пузырьков в поле УЗ датчика диагностического сканера в состоянии равновесия остаются пузырьки размером, соответствующим интенсивности УЗ излучения, остальные всплывают. Полученное распределение равновесных пузырьков регистрируют 6 (рис. 2б) и обрабатывается специализированным программным обеспечением 8 с целью оценки их радиуса и последующей оценки интенсивности УЗ излучения, с использованием выражения [3]:

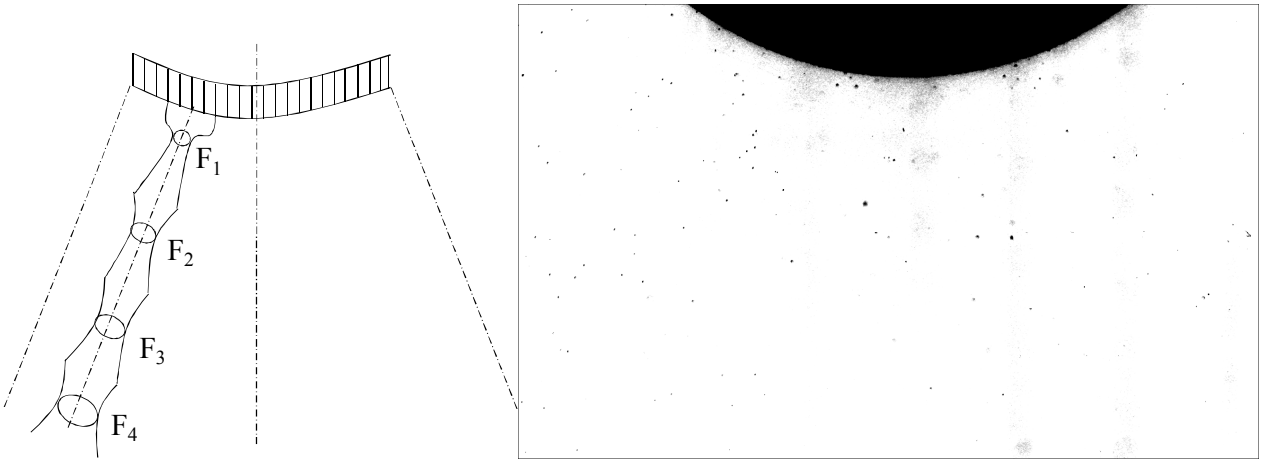
$$I_{SPTA} = \frac{\rho_0 C_0 g\left((kR)^6 + \left[\frac{3\mu^2}{\sigma} - (kR)^2\right]^2\right)}{3k^4 R^3}, \qquad (1)$$

где $\sigma=\rho_0/\rho$, k - волновое число, $\mu=C/C_0$, C - скорость звука в газовом пузырьке, C_0 - скорость звука в жидкости g=9,8 м/с^2 - ускорение свободного падения, R - радиус пузырька, ρ_0 - плотность жидкости, ρ - плотность газового пузырька.



а *б*

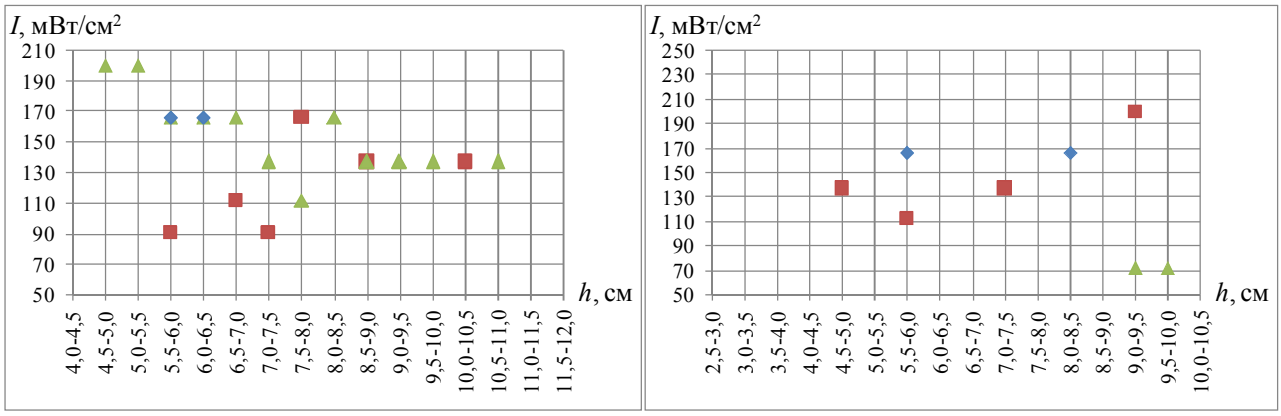
Рис. 1. Блок-схема (а) и внешний вид (б) устройства оценки интенсивности УЗ излучения: 1 - емкость с водой, 2 - исследуемый ультразвуковой излучатель, 3 - генератор синусоидальных сигналов, 4 - регулируемый усилитель мощности, 5 - формирователь пузырьков, 6 - прибор для фотосъемки, 7 – поглотитель, 8 – ПК со специализированным программным обеспечением



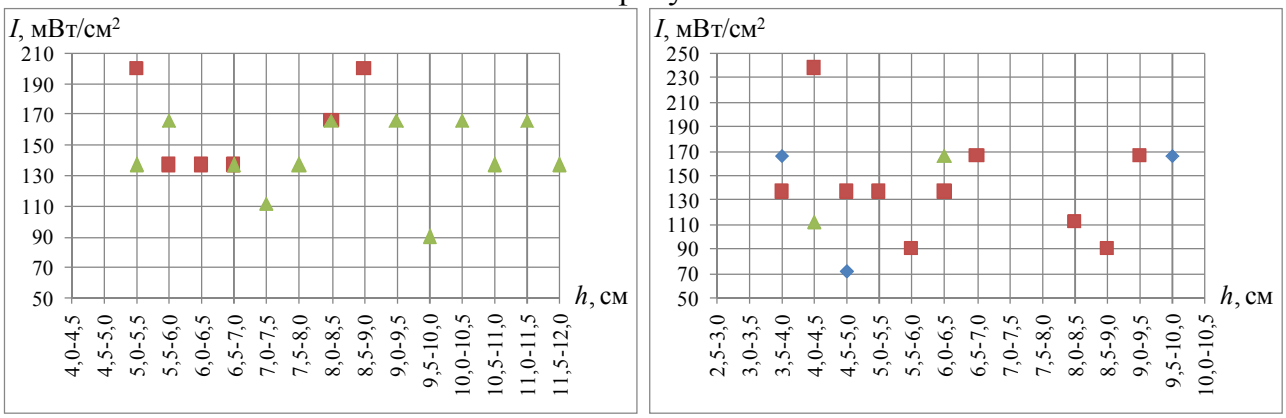
а *б*

Рис. 2. Схема формирования акустического поля с 4-я фокусами конвексного датчика (а) и равновесные газовые пузырьки в акустическом поле конвексного датчика УЗ сканера Edan U50 (В-режим, *f*=2,5 МГц, 2 фокуса, 7 фокусных позиций) (б)
f=2,5 МГц *f*=4,5 МГц

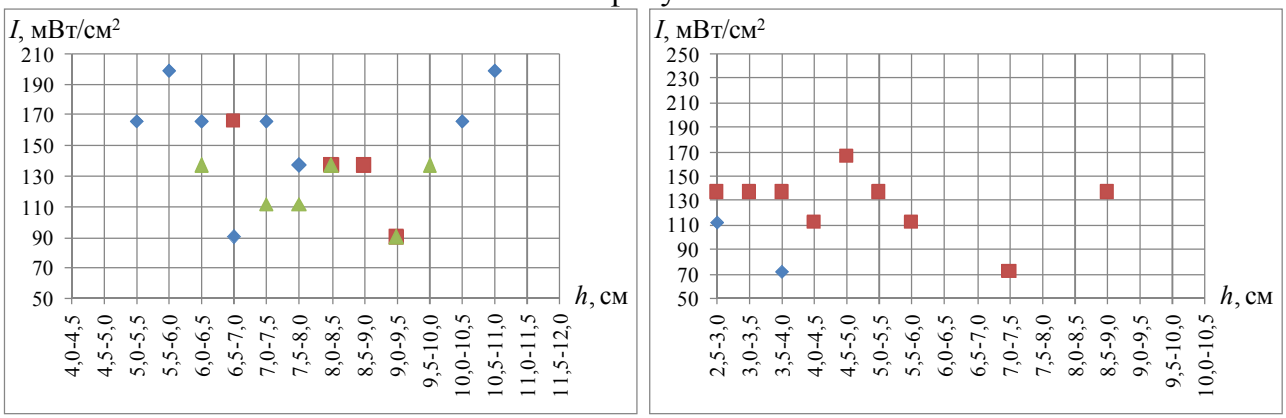
Для исследований использовался конвексный датчик УЗ диагностического сканера Edan U50 со следующими параметрами: режим работа – В-режим; частота УЗ излучения – 2,5 МГц и 4,5 МГц; число фокусов – 1, 2, 3, 4; фокусные позиции – 1, 7, 15; глубина озвучивания 20 см; усиление – максимальное.



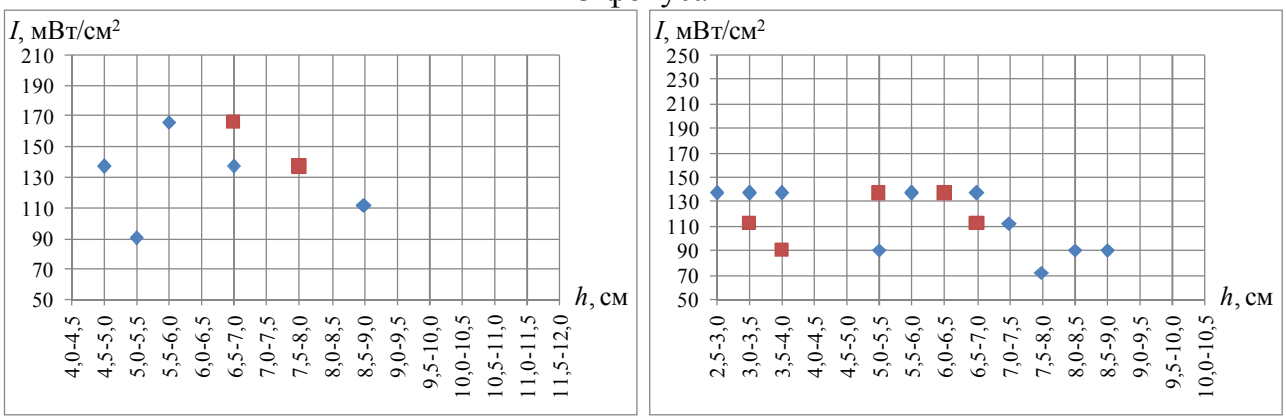
1 фокус



2 фокуса



3 фокуса



4 фокуса

Рис. 3. Распределение интенсивности УЗ излучения в пространстве при различных настройках. Фокусные позиции: ◆ - 1, ■ - 7, ▲ - 15

Схема формирования акустического поля с 4-я фокусами конвексного датчика показана на рис. 2а. Как видно из рис. 2а с увеличением глубины и номера фокуса размер фокусного пятна увеличивается, уменьшая при этом интенсивность УЗ излучения на данной глубине. Пример одного из регистрируемых и анализируемых изображений показан на рис. 2б. Равновесные пузырьки в жидкости наблюдались по всей ширине УЗ луча на глубине h от 4,5 до 12,0 см размерами R от 83,3 до 135,4 мкм для частоты f=2,5 МГц и на глубине h от 2,5 до 10,0 см размерами R от 83,3 до 145,8 мкм для частоты f=4,5 МГц.

Определив с использованием выражения (1) интенсивность излучения были получены зависимости ее распределения в пространстве для всех возможных вариаций используемых настроек (рис. 3). Из графиков видно, что при частоте f=4,5 МГц интенсивность в целом немного ниже, чем при частоте f=2,5 МГц примерно на 10-30 мВт/см^2. При этом, изменяя число фокусов и фокусные позиции, наблюдается нелинейная и неравномерная по глубине зависимость. При увеличении числа фокуса наблюдается увеличение равномерности распределения интенсивности для обеих частот. Увеличение фокусных позиций неоднозначно влияет на результат, так для частоты f=2,5 МГц наиболее равномерное распределение интенсивности наблюдается для 1 и 2 фокусов при фокусной позиции равной 15, а для частоты f=4,5 МГц для 3 и 4 фокусов при фокусной позиции равной 7. При этом в обоих случаях при числе фокусов 4 отсутствуют равновесные пузырьки позволяющие определить интенсивность УЗ излучения для фокусной позиции равной 15. Также для частоты f=4,5 МГц при 3 фокусах отсутствуют равновесные пузырьки для фокусной позиции равной 15, а для частоты f=2,5 МГц при 2 фокусах - для фокусной позиции равной 1.

Анализируя данные зависимости (рис. 3) можно сделать вывод, что изменение настроек сканера неоднозначно влияет на уровень интенсивности УЗ излучения и врачу изменять настройки сканера с целью достижения наилучшего качества изображения следует с осторожностью.

Таким образом, изменение настроек сканера влияет на уровень интенсивности УЗ излучения, приводя к ее небольшому увеличению при определенных их комбинациях; также, варьируя настройки сканера, можно добиться равномерного распределения интенсивности по всему сечению объекта исследования, либо только в определенной области, сводя к минимуму в остальных.

Работа выполнена по государственному заданию Министерства образования и науки РФ ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т.Калашникова» на 2014–2016 гг. в рамках проектной части проведения научно-исследовательских работ (проект № 3.751.2014/К).

Список литературы

1. Ультразвук в медицине. Физические основы применения / под ред. К. Хилла; пер. Л.Р. Гаврилов, В.А. Хохлова, О.А. Сапожников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. – 544 с.
2. Осипов Л.В. Ультразвуковые диагностические приборы: режимы, методы и технологии. – М.: ООО ПКФ «ИзоМед», 2011. – 316 с.
3. Муравьева О.В., Богдан О.П., Милич В.Н., Масленников С.И. Устройство для определения параметров ультразвукового преобразователя. Патент на полезную модель № 140996 от 27.05.2014.

Варламов Д.О., магистрант, e-mail: dmitriy1708@bk.ru;
Лагерев Д.Г., кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский Государственный Технический Университет»

UpTask – система мотивационного тайм-менеджмента и управления задачами

Аннотация: Данная статья посвящена разработке мотивационной системы управления задачами, с целью решения проблемы низкого уровня мотивации у пользователей при использовании систем-органайзеров. В основе данного проекта лежат принципы поведенческого дизайна и методик тайм-менеджмента. Система опирается на методологии игрофикации и матрицу Эйзенхауэра для обеспечения мотивационно-методологического комплекса, с последующим воплощением его в системе управления задачами.

Ключевые слова: Тайм-менеджмент, мотивация, поведенческий дизайн, игрофикация, органайзер.

Системы управления задачами весьма распространены в современном обществе. С популяризацией мобильных технологий, необходимость в обычных устройствах-органайзера практически полностью отпала. Записать задачу, снабдить её заметкой, подзадачами и даже геолокацией не составляет труда. Подобные системы тайм-менеджмента широко распространены на мобильных устройствах и планшетах, предоставляя широкий набор функциональных возможностей по созданию и систематизации задач и заметок [1].

Однако, в процессе использования подобных систем, произошло столкновение с одним фундаментальным расхождением направленности виденья разработчиков и реальным ожиданием клиентов. Основная проблема у конечного пользователя лежит не в необходимости получения широкого набора функций в подобных системах, а в наличии низкого и постоянно понижающегося уровня мотивации к непосредственному использованию этих функций [3]. В действительности, процесс создания задачи не покрывает главную проблему, которую подобные системы призваны решить – а именно, поспособствовать её выполнению. Ведь для пользователя поставленная и невыполненная задача не несет никакой практической ценности и, когда у пользователя не возникает желания повторно использовать систему, ценность такой программы падает до нуля. Если взглянуть более обобщённо на проблематику – не достаточно просто поставить задачу, необходимо побудить клиента вернуться и выполнить её.

Подобный подход к аналитике проблемной плоскости повлек за собой полноценный пересмотр методов проектирования системы. Во главу угла был поставлен процесс повышения мотивации к использованию систем управления задачами на повседневном уровне. Таким образом были пересмотрены базовые принципы функционирования системы управления задачами с завязкой функционального набора системы на мотивационную концепцию [2].

Для решения поставленной задачи в основу системы была заложена методология поведенческого дизайна, которая базируется на принципах игрофикации (gamification). Подобный подход весьма популярен в последнее время, в том числе и в IT-сфере. Решения на базе поведенческого дизайна применяют крупные игроки рынка вроде Google, Yahoo, Microsoft и так далее [4].

Применительно к разработанной системе, данная методология позволяет обеспечить для пользователя обратную связь от системы на его действия и настроить инструмент «поощрения» продуктивности. Концептуальное описание работы мотивационной системы приведено на рис. 1.

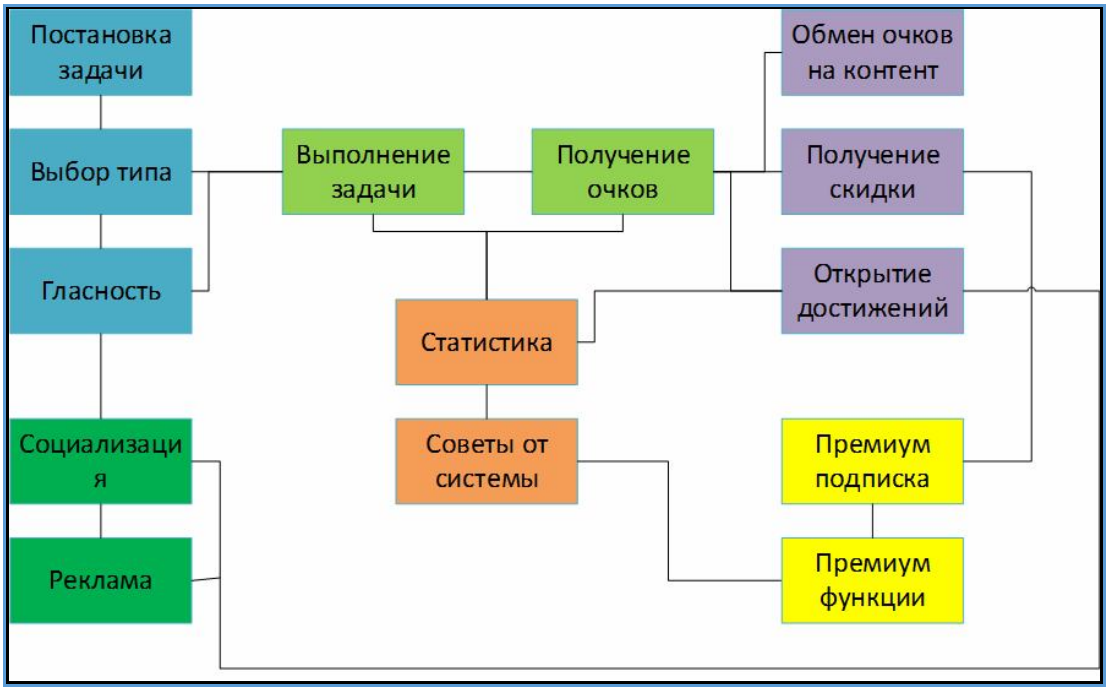


Рис. 1. Концептуальная схема работы системы.

При более подробном рассмотрении разработанная система функционирует по принципу:

1. действие пользователя,
2. ответ системы,
3. поощрение.

Каждое продуктивное действие внутри системы ведет к получение очков, причем, в зависимости от качественных характеристик этих действий, получаемые очки так же рознятся.

Для обеспечения методологической базы и правильного распределения очков, в системе так же используется методика тайм-менеджмента, основанная на матрице Эйзенхауэра. Подобный подход позволил снабдить «простые функции» систем-органайзеров практической направленностью с целью повышения отдачи от их использования, однако, в отличие от других методик, данная имеет весьма низкий порог вхождения, что так же минимизирует неудобство для клиента. Матрица Эйзенхауэра, применяемая в разработке, представлена в таблице 1.

Таблица 1. **Матрица Эйзенхауэра, использованная в проекте**

Матрица 2x2	**Срочно**	**Не срочно**
Важно	*Неотложные задачи (крайний срок)*	*Планирование (задачи в срок)*
Неважно	*Задачи меньшей важности (можно пренебречь)*	*Задачи низшего приоритета (максимально исключить)*

Исходя из данного подхода к распределению «веса» задачи, были сформированы критериальные оценки важности каждого из типов задач:

- Важные-несрочные задачи – 20 очков;
- Важные-срочные задачи – 10 очков;
- Неважное-срочные задачи – 7 очков;
- Неважные-несрочные задачи – 3 очка;
- Просроченная задача – 1 очко;
- Задача без срока выполнения – 2 очка.

В соответствии с суммой очков, полученных в системе, продуктивным клиентам открывается доступ к внутрисистемному контенту, а также к скидкам при приобретении премиальной подписки с расширенным функционалом. Одной из премиум функций является «интеллектуальный анализатор продуктивности», призванный, при помощи анализа внутрисистемных метрик и статистики, давать пользователю советы – как с большей вероятностью выполнить поставленные цели и задачи. Анализатор базируется на байесовых сетях и в данный момент находится в разработке для последующей интеграции в систему.

Данная работа призвана совместить в себе привычные подходы к разработке систем-органайзеров, однако, с полностью пересмотренным концептуальным виденьем проекта. На ряду с добавлением привычных функций, в систему добавляются мотивационные методики и инструменты тайм-менеджмента, с целью не только предоставления системы как таковой, но и помощи конечному пользователю в её качественном и продуктивном использовании. Основная цель проекта – помочь пользователю выработать привычку управлять своим временем и задачами продуктивно.

Список литературы

1. Аллен, Д. Как привести дела в порядок: искусство продуктивности без стресса / Д. Аллен. – Изд-во Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 368 с.
2. Варламов, Д. Сборник 4-ой международной конференции в области инноваций в IT / Д. Варламов. – Изд-во Юго-Зап. Гос. Ун-т. Курск, 2014. – Т.1.С. – 183-187.

3. Зикерман, Г. Геймификация в бизнесе. Как пробиться сквозь шум и завладеть вниманием сотрудников и клиентов / Д. Линдер. – Изд-во Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 272 с.
4. Вербах К. Вовлекай и властвуй [Текст] / К. Вербах, Д. Хантер. – изд.-М.: Манн, Иванов и Фербер, 2015. - 206с.
5. Кови, С. Семь навыков высокоэффективных людей / С. Кови. – Изд-во Альпина Паблишер, 2013. – 374 с.

Вершинин А.С., магистрант

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Контрольно-проверочная аппаратура бортового цифрового вычислительного комплекса

Аннотация. В данной статье излагается о Контрольно-проверочной аппаратуры Бортового Цифрового Вычислительного Комплекса. В статье будет описание контрольно-проверочной аппаратуры и бортового цифрового вычислительного комплекса. Данный комплекс служит для управления космического аппарата и обеспечивает надежную его работу.

Ключевые слова: Космический Аппарат, контроль, проверка, алгоритм, разработка.

Тема моей магистерской работы «Разработка контрольно-проверочной аппаратуры (КПА) бортового цифрового вычислительного комплекса (БЦВК) и алгоритмов её работы». Для разработки КПА необходимо определится с требованиями к системе, и составить описание БЦВК. Поскольку процесс разработки подобной системы состоит из множества различных и сложных этапов в данной статье будет описана БЦВК и КПА БЦВК.

Описание БЦВК

Бортовые цифровые вычислительные комплексы для спутниковых платформ предназначены для реализации алгоритмов управления и контроля долгоресурсных Космических Аппаратов. Комплекс разрабатывается на базе радиационно-стойкого процессора AT697FM компании Atmel. Устойчивость к сбоям и отказам обеспечивается за счет применения:

- тройного модульного резервирования внутри логических узлов;
- ддублирования составных частей БЦВК;
- ввозможности реконфигурации комплекса;
- устойчивой к сбоям элементной базы.
- ппоследовательного интерфейса Spice Wire для организации надёжного обмена между составными частями БЦВК;
- ссистемы коррекции ошибок при работе с запоминающим устройством [1].

Общие сведения о КПА БЦВК

КПА БЦВК предназначена для контроля функционирования БЦВК на этапах изготовления и приемо-сдаточных испытаний на предприятии-изготовителе, а

также входного контроля на предприятии-потребителе. КПА БЦВК разработана для имитации сигналов внешних датчиков, имитации специализированных интерфейсов, управления питанием БЦВК, подачи команд управления, контроля функционирования БЦВК по задаваемым алгоритмам, а также контроля и регистрации электрических величин:

- параметров выходных сигналов КПА БЦВК;
- параметров выходных сигналов БЦВК, в автоматическом и пошаговом режиме (под управлением оператора).

КПА БЦВК обеспечивает:

1. Управление питанием БЦВК.
2. Информационный обмен по дублированному мультиплексному каналу обмена (МКО).
3. Выдачу команд управления.
4. Прием и анализ Телеметрической Информации (ТМ).
5. Прием и анализ информации со специализированных датчиков.

КПА БЦВК обеспечивает возможность изъятия отдельных устройств для проведения дополнительных работ вне рабочего места.

Программное обеспечение (ПО) КПА БЦВК на основании алгоритмов проверки обеспечивает:

1. Формирование последовательностей и объёмов проверок.
2. Испытание КПА БЦВК проводится в соответствии с разработанными алгоритмами.
3. Управление ходом выполнения проверок.
4. Автоматическую регистрацию хода выполнения проверок и оценку их результатов.

КПА БЦВК представляет собой рабочее место оператора, которое условно можно разделить на зоны:

- рабочее место, представляющее собой комплект промышленной мебели;
- стойка КПА с расположенной в ней функциональной аппаратурой.

Рабочее место КПА БЦВК для проведения входного контроля представлено на рис. 1.

КПА БЦВК реализована на базе решений LXI, что обеспечивает наиболее эффективное распределение функций КПА между устройствами, гибкость, возможности модернизации и замены, снижает потребность в использовании запасных частей, а также предоставляет возможность использования устройств отдельно и/или в удалении от рабочего места.

КПА БЦВК обеспечивает возможность функционирования КПА в ограниченном составе, в том числе и вне системы КПА (изъятие отдельных устройств для проведения дополнительных работ вне рабочего места). Функциональная аппаратура КПА БЦВК размещена в стойке КПА.

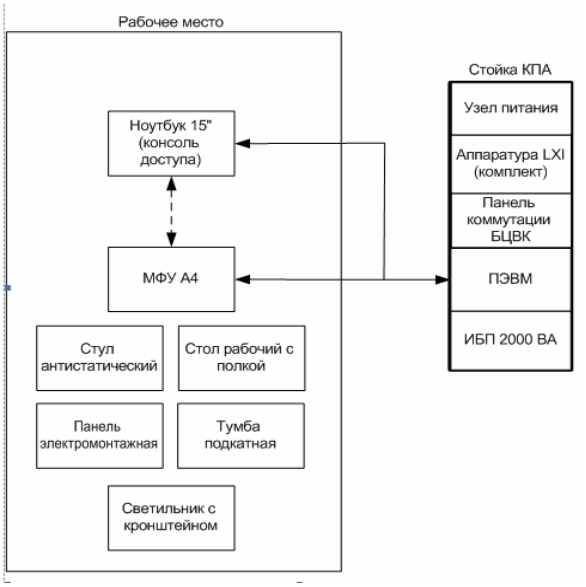


Рис. 1. Схема рабочего места КПА БЦВК для проведения входного контроля.

Описание стойки КПА

Стойка КПА выполнена в стандартном 19” корпусе высотой 34U (1567мм) и установлена на четыре колеса, два из которых имеют фиксаторы. Такая реализация обеспечивает мобильность стойки при перемещениях. Для обеспечения тепловых режимов работы оборудования в стойке имеется принудительная вентиляция, функционирующая следующим образом.

В верхней части стойки установлен вентилятор Schroff 10713-108. В днище стойки установлен щеточный ввод, предназначенный для фильтрации воздуха от частиц пыли. Передняя панель стойки полностью закрыта панелями приборов либо фальшпанелями. Тыльная сторона стойки закрыта сплошной металлической дверью. Боковые панели глухие.

Таким образом, вентилятор обеспечивает перетекание воздушных потоков в канале, образованном передней, боковыми и тыльной панелями стойки КПА. Для обеспечения выхода теплого воздуха в крышке стойки имеется щелевой зазор.

В передней части стойки КПА размещены следующие приборы :
узел питания, осциллограф, генератор, частотомер, мультиметр, панель коммутации БЦВК, аналоговые мультиплексоры, модули цифрового ввода-вывода , стандарт частоты, анализатор источников питания, рабочая станция ПЭВМ, источник бесперебойного питания.

Данная стойка КПА является оптимальным и практичным решением реализации системы контроля и проверки БЦВК. Система КПА БЦВК позволяет проверить все функции работы БЦВК его входные и выходные параметры.

Список литературы

1. Ижевский Радиозавод [Электронный ресурс] // Ishevsky radiozavod Россия [Сайт]. – URL: http://www.irz.ru/uploads/catalogs/irz_p.pdf (дата обращения: 29.03.2016)..

Жидяев А.В., аспирант

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Компенсация частотного рассогласования при обработке радиосигнала в корреляторе

Аннотация: В современных системах связи актуальной задачей является обнаружение радиосигнала в условиях неопределённости несущих частот в передатчике и приёмнике. Наиболее простым и эффективным способом обнаружения заранее известного радиосигнала является обработка в корреляторе. Однако в условиях рассогласования несущих частот работа коррелятора оказывается не эффективной. В статье приводиться анализ причины ухудшения эффективности коррелятора и предлагается решение этой проблемы. Исследование и моделирование проводилось в среде MATLAB. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании многоскоростных систем передачи данных.

Ключевые слова: коррелятор, частотное рассогласование, обнаружение радиосигнала, быстрое преобразование Фурье.

При построении современных многоскоростных систем связи [1] ключевое значение имеет надёжность обнаружения факта передачи радиосигнала. Для обнаружения априорно известного сигнала широко применяется обработка принятого радиосигнала в корреляторе [2]. Однако у этого метода обработки есть существенный недостаток – он достаточно чувствителен к частотному рассогласованию.

Коррелятор реализует свёртку (1) принимаемого сигнала с опорным сигналом, его структурная схема изображена на рис. 1.

$$G(t) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\tau) * h(t-\tau) d\tau \qquad (1)$$

На рис. 1 входной сигнал коррелятора обозначен как последовательность дискретных отсчётов *S(k)*, опорный сигнал обозначен как массив коэффициентов *h(1…N)*, выходной сигнал обозначен как последовательность дискретных отсчётов *G(k)*.

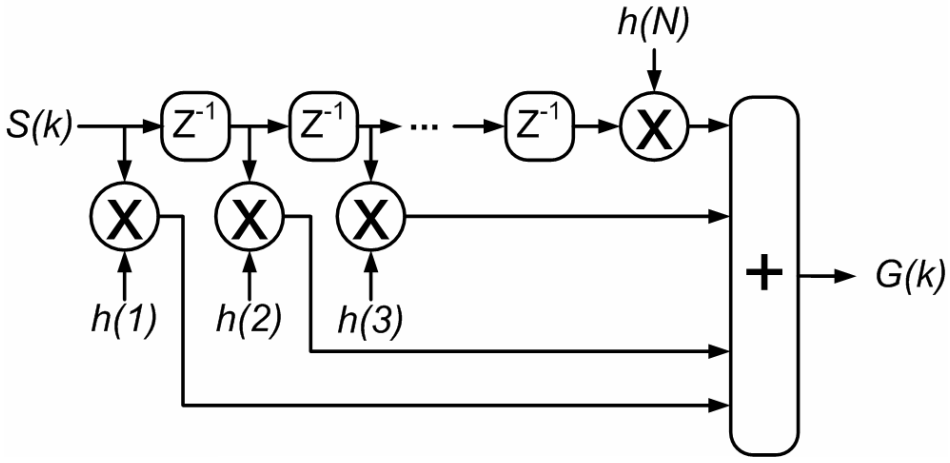


Рис. 1. Типовая схема коррелятора

Если во входном сигнале содержится опорный сигнал, выходной сигнал коррелятора будет выглядеть следующим образом (рис. 2).

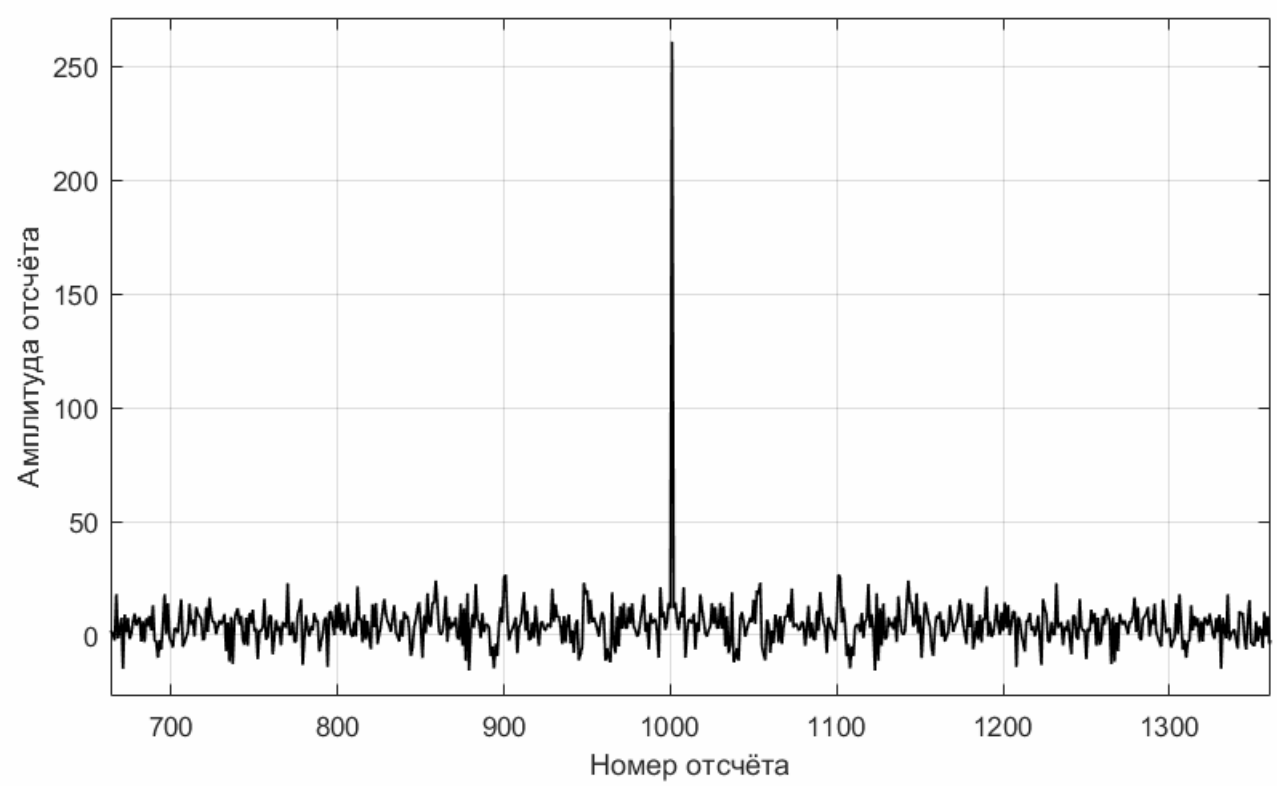


Рис. 2. Сигнал на выходе коррелятора

Для моделирования использовалась выборка псевдослучайных чисел с равномерным распределением от -1 до 1 длинной 800 отсчётов при частоте дискретизации 8000 Гц.

Как видно из рис. 2, в сигнале на выходе коррелятора присутствует ярко выраженный максимум (пик корреляции), который наблюдается на выходе коррелятора в момент, когда опорный сигнал коррелятора и опорный сигнал во входном сигнале коррелятора совпадают по времени.

Если принятый радиосигнал и опорный сигнал коррелятора сдвинуты по частоте друг относительно друга, выходной сигнал коррелятора выглядит следующим образом (рис. 3-5).

Как видно из рисунков 3 – 5 при увеличении величины частотного рассогласования величина пика корреляции постепенно уменьшается. При сдвиге принятого сигнала на 10 Гц относительно опорного пик корреляции исчезает.

Для того чтобы понять причину этого явления рассмотрим результат первой операции, выполняемой коррелятором – поэлементное умножение принятого сигнала на опорный сигнал (рис. 6).

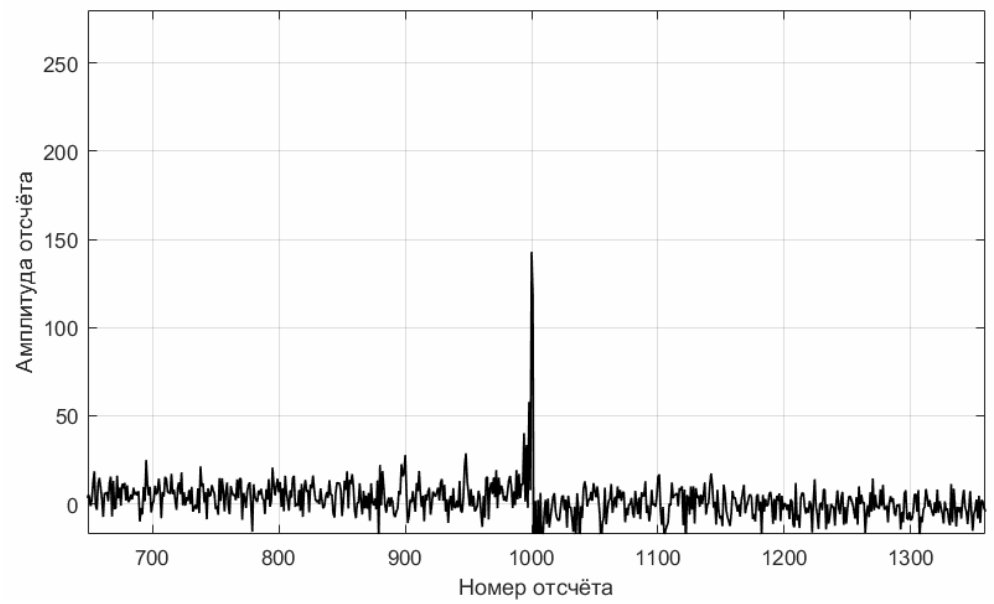


Рис. 3. Сигнал на выходе коррелятора при частотном рассогласовании 1 Гц

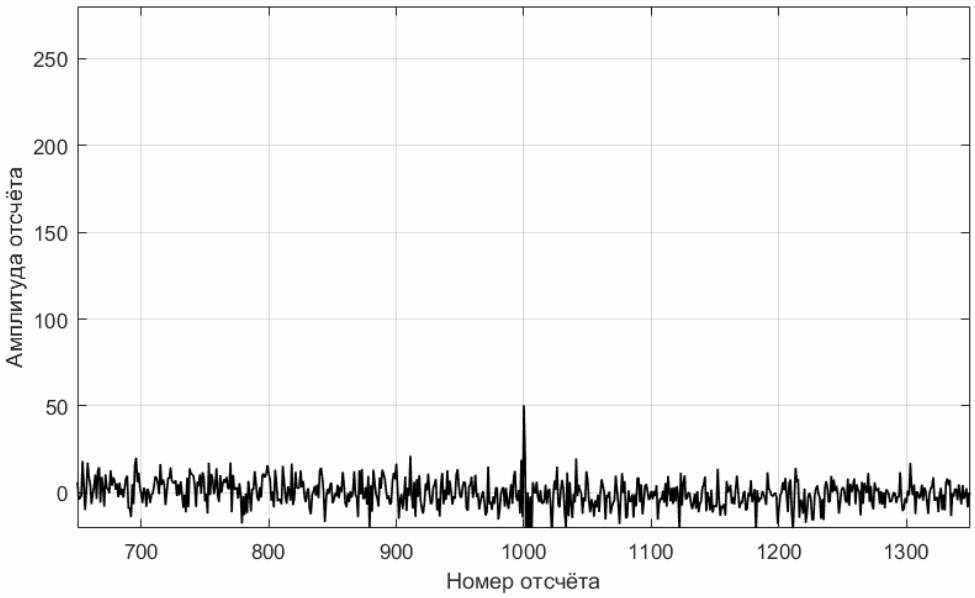


Рис. 4. Сигнал на выходе коррелятора при частотном рассогласовании 7 Гц

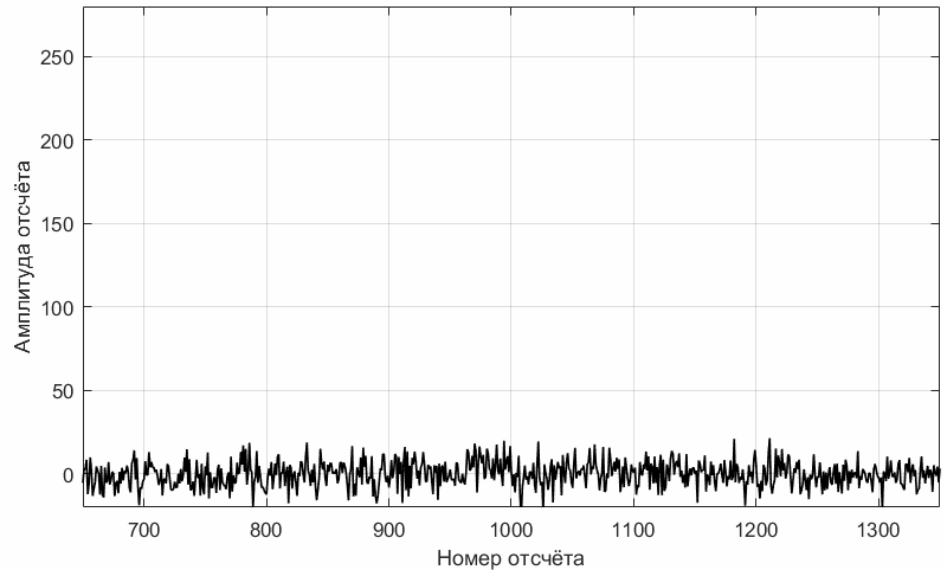


Рис. 5. Сигнал на выходе коррелятора при частотном рассогласовании 10 Гц

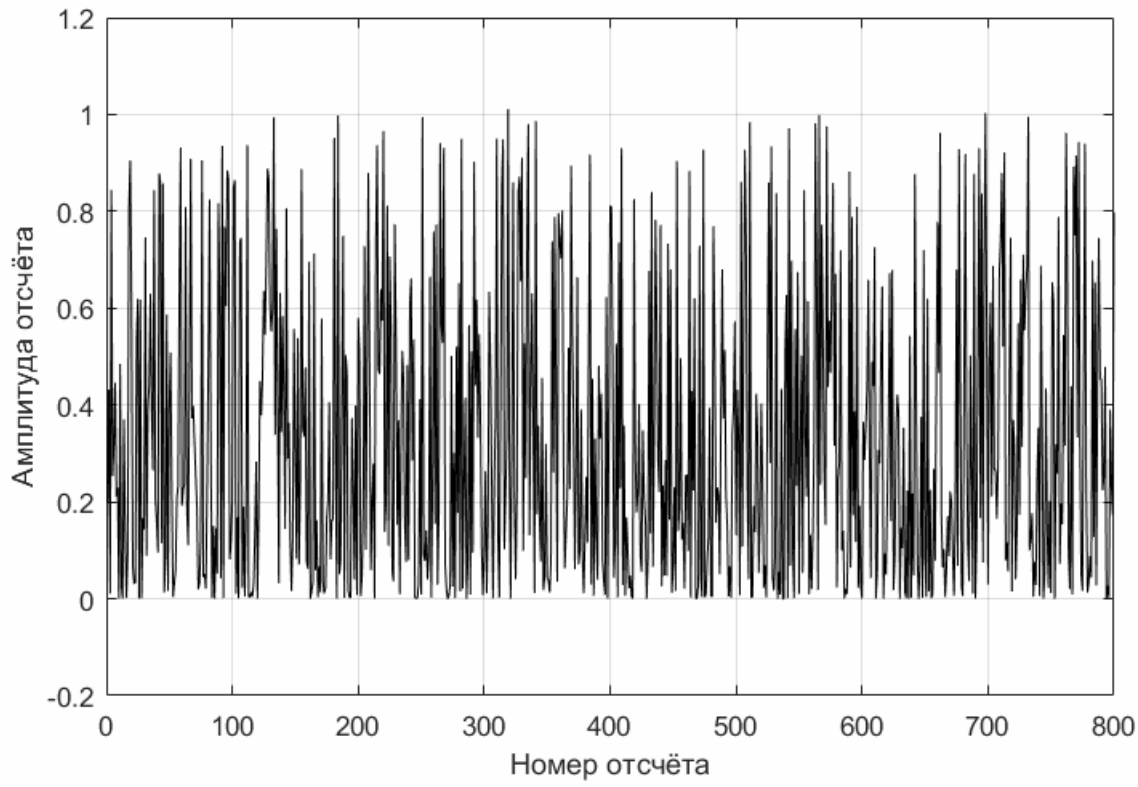


Рис. 6. Результат поэлементного умножения принятого и опорного сигналов при отсутствии частотного сдвига.

Как видно из рис. 6, при отсутствии частотного сдвига после умножения все отсчёты сигнала располагаются выше оси икс – это значит, что в сигнале присутствует постоянная составляющая. Для подтверждения проведём спектральный анализ сигнала – произведения (рис. 7).

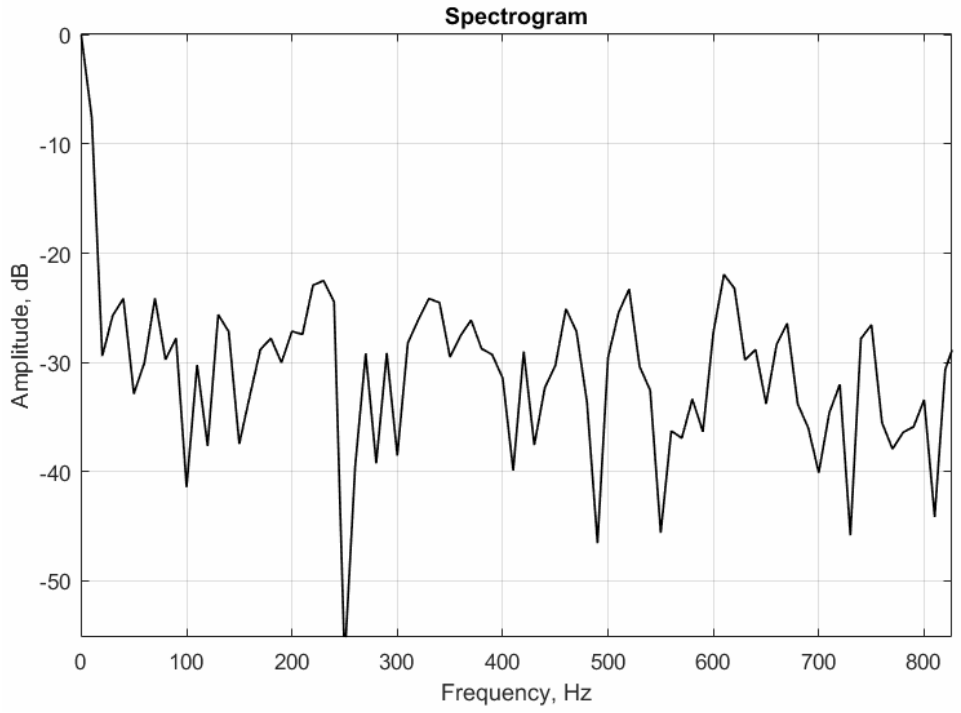


Рис. 7. Спектр сигнала – произведения при отсутствии частотного сдвига

После перемножения сумматор выделит постоянную составляющую, которую можно увидеть на рис. 2 в виде пика корреляции. Если принятый сигнал и опорный сигнал сдвинуты друг относительно друга на 20 Гц, после поэлементного перемножения можно будет наблюдать следующий сигнал (рис. 8).

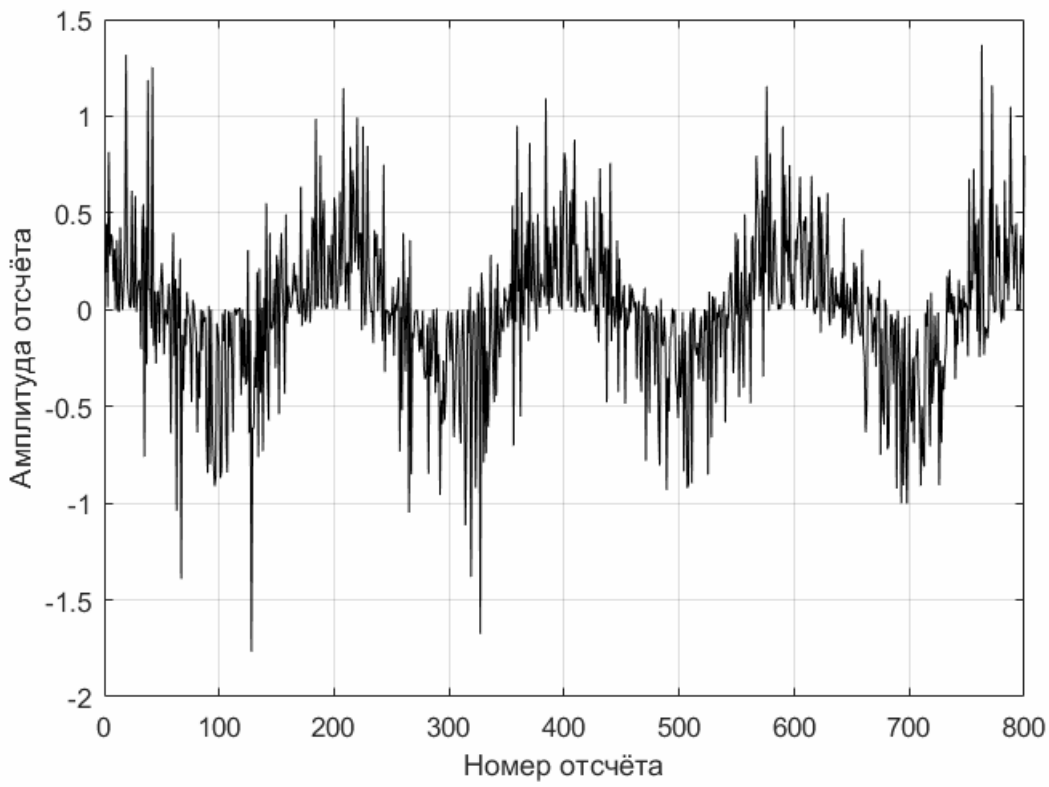


Рис. 8. Результат поэлементного умножения принятого и опорного сигналов при частотном сдвиге 40 Гц.

Как видно из рисунка 8, в сигнале – произведении присутствует гармоническая составляющая на частоте 40 Гц (рисунок 9). При поэлементном сложении гармонического сигнала на интервале времени, кратном периоду, результат будет сопоставим с работой коррелятора при рассогласовании по времени.

Для компенсации частотного сдвига необходимо модифицировать схему коррелятора, заменив сложение быстрым преобразованием Фурье (БПФ, FFT) и схемой поиска максимума на определённом частотном интервале (рисунок 10). Такая модификация схемы позволит компенсировать сдвиг по частоте от 0 до половины частоты дискретизации цифрового сигнала

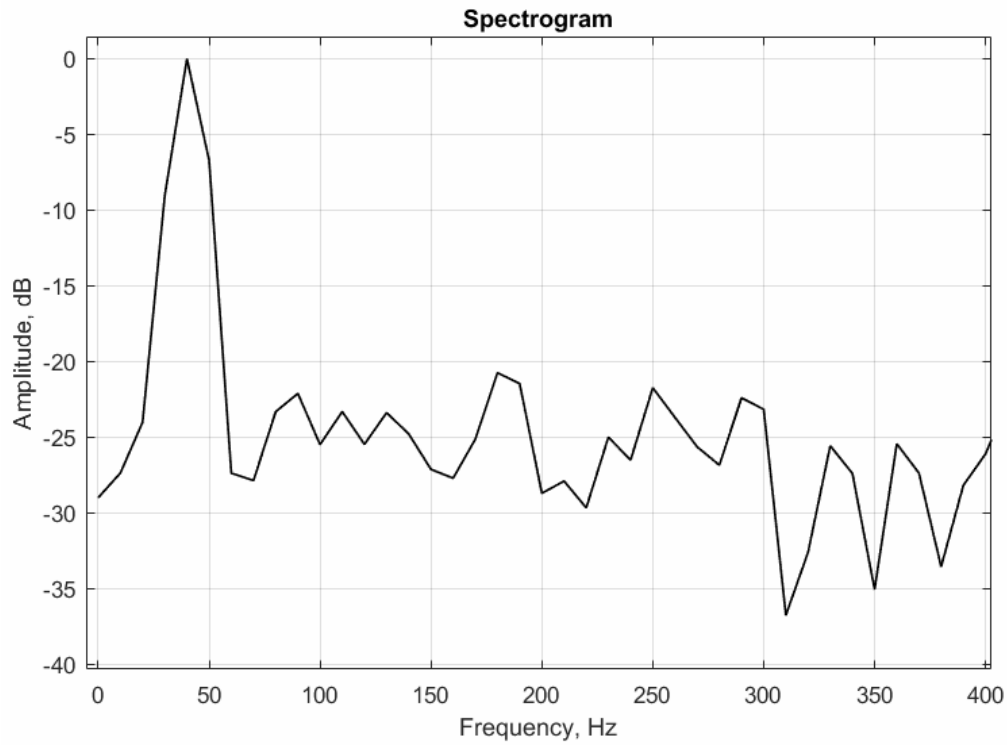


Рис. 9. Спектр сигнала – произведения при частотном рассогласовании 40 Гц.

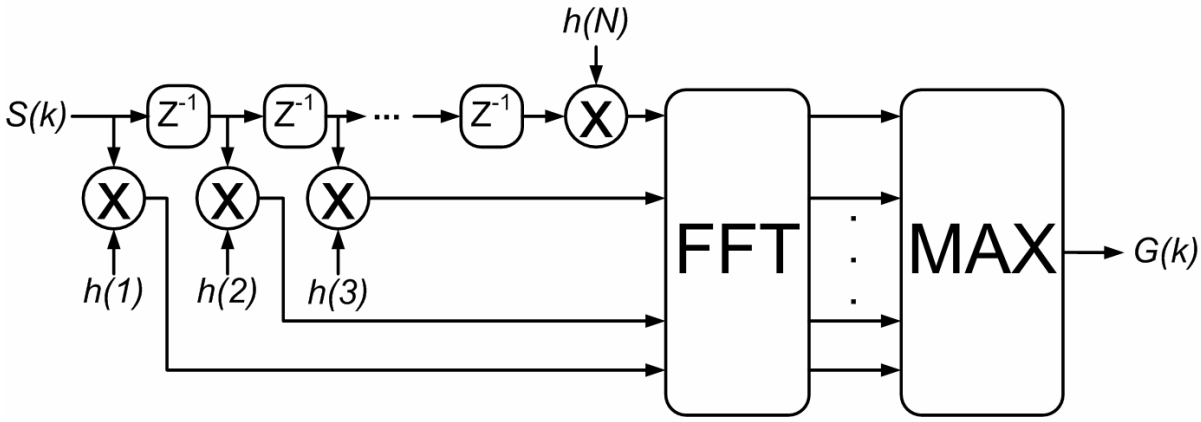


Рис. 10. Модифицированная схема коррелятора.

В результате проведённого исследования были достигнуты следующие результаты:

1. Выявлена причина ухудшения качества обнаружения сигнала в корреляторе при наличии частотного сдвига между принятым и опорным сигналами.
2. Разработана модифицированная схема коррелятора, способного обнаруживать априорно известный сигнал при сдвиге частот до половины частоты дискретизации.

Список литературы

1. *Жидяев А.В., Мошонкин В.А., Копысов А.Н.* //III Всероссийская научно – техническая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «ИЗМЕРЕНИЕ, КОНТРОЛЬ И ДИАГНОСТИКА 2014», 12 – 14 мая 2014, Ижевск. Сборник материалов конференции. С. 188–193.
2. *Варакин Л.Е.* Системы связи с шумоподобными сигналами. - М.: Радио и связь, 2003. – 640 с.

Майоров А.В., магистрант, e-mail: rusfin01@gmail.com;
Марков Е.М., к.т.н., доцент кафедры

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка алгоритма автоматического получения и распознавания номерных знаков

Аннотация: в данной статье проведен анализ входных и выходных данных процесса. Рассматриваются этапы разработки алгоритма распознавания номерной пластины автомобиля.

Ключевые слова: номерная пластина, распознавание символов, преобразование Хафа, машинное зрение, адаптивная бинаризация.

Последние несколько десятков лет характеризуются глобальными, массовыми внедрениями информационных технологий (ИТ) в самые различные области повседневной жизни людей. С каждым днем, на наших дорогах, число автомобилей стремительно растет, движение становится плотным, образуются многочисленные пробки, дорожная обстановка становится менее безопасной.

Внедрение и использование различных видов интеллектуальных транспортных систем позволяет решить текущую задачу, связанную с безопасностью дорожного движения и улучшения текущей обстановки. Такие системы, обычно, представляют собой набор взаимосвязанных функциональных систем в виде систем сбора информации с телекамер и детекторов транспорта.

Одной из наиболее сложных и актуальных задач обработки видеоизображения является проблема выделения и распознавания автомобильного регистрационного номера при наличии различного рода помех и других факторов окружающей среды [1].

На сегодняшний день в мире существует достаточное количество систем ав-

томатического распознавания автомобильных регистрационных номеров. Данные системы далеки от совершенства и все они постоянно модифицируются, улучшаются. Но общая структура для решения данной задачи у них едина и уже сформирована (рис. 1).

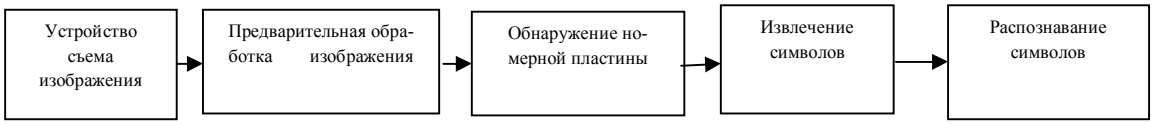


Рис. 1. Общая структура системы распознавания автомобильных номеров

Алгоритм распознавания – это основа для каждой системы автоматического распознавания автомобильных номерных знаков. Именно от него, по большей части, зависит эффективность и правильность работы системы, корректных результатов на выходе.

Существует достаточное количество методов обработки и распознавания изображений, с помощью которых можно разработать алгоритм распознавания номерной пластины автомобиля. Рассмотрим более подробно в хронологическом порядке структуры системы.

Предварительная обработка изображения. Она необходима, в первую очередь, для коррекции изображения, устранения различных шумов, избыточной информации и проведения корректной бинаризации изображения.

Обнаружение номерной пластины. Номерная пластина автомобиля имеет прямоугольную форму, поэтому для ее нахождения используют операторы Кэнни, Робертса, Собеля, Превитта [2].

Следующим этапом является бинаризация. На ее качество очень сильно влияют внешние фактора, например, освещение. Применение бинаризации изображения при помощи пороговой обработки поможет избавиться нам от шумовых составляющих.

Таким образом, в данном случае создается окошко, приблизительно равное размеру автомобильного регистрационного номерного знака. Оно необходимо, впервую очередь, для оценки количества граней во всех областях изображения, имеющих наибольший контраст. Затем в наиболее контрастных зонах окошко накладывается на результирующее изображение, которое содержит в себе, после выделения краев, огромное количество линий в области автомобильного знака (расположены символы самой номерной пластины). На заключительном этапе с помощью данного окошка определяются кандидаты, содержащие автомобильный регистрационный номер.

Одним из эффективных методов нахождения на изображении заданных параметрически плоских кривых является преобразование Хафа. Именно оно позволяет находить на монохромном изображении плоские кривые, заданные параметрически: прямые, окружности, эллипсы и т.д. [3]. Суть данного преобразования такова:

1. Бинарные изображения с выделенными краями по горизонтали и вер-

тикали являются входными данными.

2. Предполагаемые, возможные кандидаты, которые ограничиваются набором прямых линий, являются на выходе возможными областями номерного знака.

Преимуществом данного метода является его независимость к цвету автомобильного транспорта и инвариантность к изменению масштаба. Недостатком служит то, что его вертикальные линии в несколько раз короче горизонтальных и бывают зашумлены, что приводит к ошибочному выделению на конечном результате.

Извлечение символов. На данном этапе, после того как номерная пластина была локализована, необходимо снова провести бинаризацию. Это основывается тем, что проведенная ранее бинаризация была на основе характеристик, соответствующих всему изображению. В таком случае результаты оказались бы «грубыми».

Для выделения отдельных символов в номерной пластине используем метод, который основан на построении проекции средней интенсивности. Ведь заранее известно, что контраст между пикселями символов знака и фоном достаточно высок, в то время как между соседними пикселями фона он значительно меньше [1]. Таким образом, мы уже можем получить набор отдельных символов, которые можно распознавать (рис. 2).

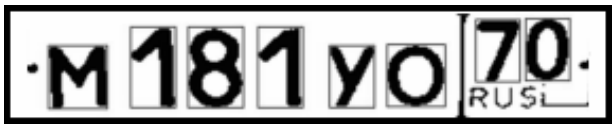


Рис.2. Выделение символов на номерном знаке

Распознавание символов. Государственные регистрационные номера содержат определенный фиксированный шрифт, соответствующие размеры и имеют ограниченное количество букв, согласно государственному стандарту РФ ГОСТ Р 50577-93 [4]. Таким образом, целесообразно будет использовать для распознавания символов метод сравнения изображения символа с эталоном. Для того, чтобы была приемлимая точность данного метода, изначально требуется обработать изображение: нормализовать размер, толщину полученного штриха и наклон.

Для распознавания символов будем использовать «метод зон». Суть его в том, что происходит зонное сравнение изображения нужного нам символа с набором эталонов. Изначально происходит этап обучения, где применяется весь набор эталонов бинарных изображений символов соответствующего размера. В результате чего мы получаем файл описаний зон для каждого из символов. Затем происходит загрузка эталонных данных (рис. 3) и соответственно формируется список эталонных векторов описаний зон.

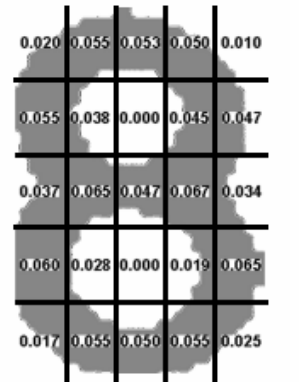


Рис.3. Пример эталонного изображения цифры «8»

В результате, рассмотрев различные методы обработки распознавания изображений разработанный алгоритм будет выглядеть следующим образом:

1. Кадр, полученный с видеокамеры, подвергается предварительной обработке. Перед нахождением автомобильной номерной пластины к текущему изображению применяется адаптивная бинаризация [5].
2. На бинаризованом изображении ищем контуры, которые соответствуют следующим условиям, полученным опытным путем: контур автомобильного номерного знака при правильном расположении видеокамеры должен иметь от 4 до 16 узлов, соотношение его сторон должно находится в отрезке от XXX до XXX.
3. Далее ищем координаты прямоугольников, в которых вписан сам контур, попадающий под условия, заданные в предыдущем ограничении.
4. Часть исходного изображения, ограниченная выделенным прямоугольником, увеличивается в три раза с использования алгоритма сглаживания изображения.
5. Данная часть изображения считается номерной пластиной и подвергается бинаризации по методу Оцу.
6. Для каждого из контуров находится описывающий его прямоугольник, чье отношение ширини и высоты к ширине и высоте найденной номерной пластины должны соответствовать границам от 0,2 до 0,4.
7. Применяется метод когнитивного распознавания, который заключается в попиксельном сравнении части изображения ограниченной прямоугольником с каждым из эталонных изображений.
8. Эталонное изображение, процент совпадения пикселей с которым максимально, и будет являться символом соответствующим этому изображению.
9. Далее все символы сортируются по возрастанию координаты X на изображении.

По предварительным экспериментам предложенная методика показала возможность использования в данной области. На ее основе разрабатывается алгоритм автоматического получения и распознавания номерных знаков.

Список литературы

1. *Лукьяница А. А.* Цифровая обработка видеоизображений / А. А. Лукьяница, А. Г. Шишкин. – М. : «Ай-Эс-Эс Пресс», 2009. – С. 6, 383.
2. Алгоритмы выделения контуров изображений: URL: https://habrahabr.ru/post/114452 (дата обращения: 22.04.2016).
3. Преобразование Хафа: URL: http://cgm.computergraphics.ru/content/view/36 // (дата обращения: 24.04.2015).
4. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 50577-73 «Знаки государственные регистрационные транспортных средст»: URL: http://base.garant.ru/12142212/#block_3211 // (дата обращения: 26.04.2015).
5. *Марков Е.М.* Исследование способов улучшения быстрой бинаризации растрового изображения для регистрации пробоин в информационно-измерительной системе на основе фотокамеры // Вестник Ижевского государственного технического университета. – Ижевск: Изд-во ИжГТУ – 2009. - №1. – С.105-106.

Макарова Е.А., магистрант, e-mail: byalae@yandex.ru
Лагерев Д.Г., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский Государственный Технический Университет»

Применение методов обезличивания персональных данных для обеспечения защиты конфиденциальной информации в медицинских организациях

Аннотация: В 2011 году начался процесс массовой информатизации медицины в Российской Федерации. Министерство здравоохранения РФ осуществило ряд мероприятий в рамках программы информатизации российского здравоохранения, в результате которых сформировалась единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Проблема защиты информации в медицинских организациях приобретает всё большую актуальность в связи с изменениями в законодательстве в области хранения и обработки персональных данных. Многие специалисты и службы рекомендуют применять в качестве мер для понижения требований к информационным системам приемы обезличивания персональных данных. Таким образом, было принято решение разработать программный продукт для обезличивания персональных данных, обрабатывающихся в РИС Брянской области. В ходе аналитической работы были рассмотрены решения, предлагаемые другими авторами в этой области. После рассмотрения различных методов, в результате анализа был выбран метод перемешивания. Применение данного метода позволит получить обезличенные данные, обладающие следующими свойствами: семантическая целостность, полнота, структурированность и анонимность. Программный комплекс решает проблему актуальную для многих организаций РФ, где имеются информационные системы обработки персональных данных.

Ключевые слова: информатизация медицины, персональные данные, обезличивание, защита информации, информационные системы, баз данных.

В 2011 году начался процесс массовой информатизации медицины в Рос-

сийской Федерации. Министерство здравоохранения РФ осуществило ряд мероприятий в рамках программы информатизации российского здравоохранения, в результате которых сформировалась единая государственная информационная система в сфере здравоохранения (ЕГИСЗ). Помимо объединения фрагментов данной системы, созданных в различных регионах, в течение последних лет был запущен ряд электронных сервисов. Так, например, во многих регионах для пациентов запущены веб-ресурсы для записи на прием к врачу, для персонала – «Автоматизированное рабочее место врача».

Кроме того, в 2013 году Министерство Здравоохранения ввело требования к структуре электронной медицинской карты и электронной персональной медицинской записи, как элементу электронной медицинской карты. [1]

На данный момент, в Брянской области, как и во многих других, развернута региональная информационная система (РИС), объединяющая практически все медицинские организации (МО) области в единую систему. Объем информации, обрабатываемой в этой системе, растет с каждым днем.

Из этого следует, что проблема защиты информации в медицинских организациях приобретает всё большую актуальность в связи с изменениями в законодательстве в области хранения и обработки персональных данных. В среднем в одной МО хранятся персональные и медицинские данные от 10 тысяч до 100 тысяч пациентов. Как известно, сведения о здоровье относятся к категории «специализированных» персональных данных, что намного повышает требования, предъявляемые к информационной системе.

Сеть между серверами МО и организациями, обрабатывающую полученную от них информацию, защищена провайдером – компанией «Мегафон», имеющей лицензии на защиту персональных данных с использованием соответствующих программно-аппаратных и технических средств (рис 1). Сеть, проложенная между корпусами и различными отделениями больницы, защищена хуже и, на данный момент, не везде соответствует требованиям, предъявляемым текущим законодательством.

Аппаратные средства для уровня защищенности 1 и 2 не просто стоят больших средств, но ещё и не производятся в пределах страны, что усложняет их покупку и установку. Более того, многие бюджетные учреждения, в принципе, не могут их себе позволить вследствие высокой стоимости. Поэтому многие специалисты и службы рекомендуют применять в качестве мер для понижения требований к информационным системам приемы обезличивания персональных данных [2].

Обезличивание персональных данных [3] – действия, в результате которых становится невозможным без использования дополнительной информации определить принадлежность персональных данных конкретному субъекту персональных данных.

Таким образом, было принято решение разработать программный продукт для обезличивания персональных данных, обрабатывающихся в РИС Брянской области.

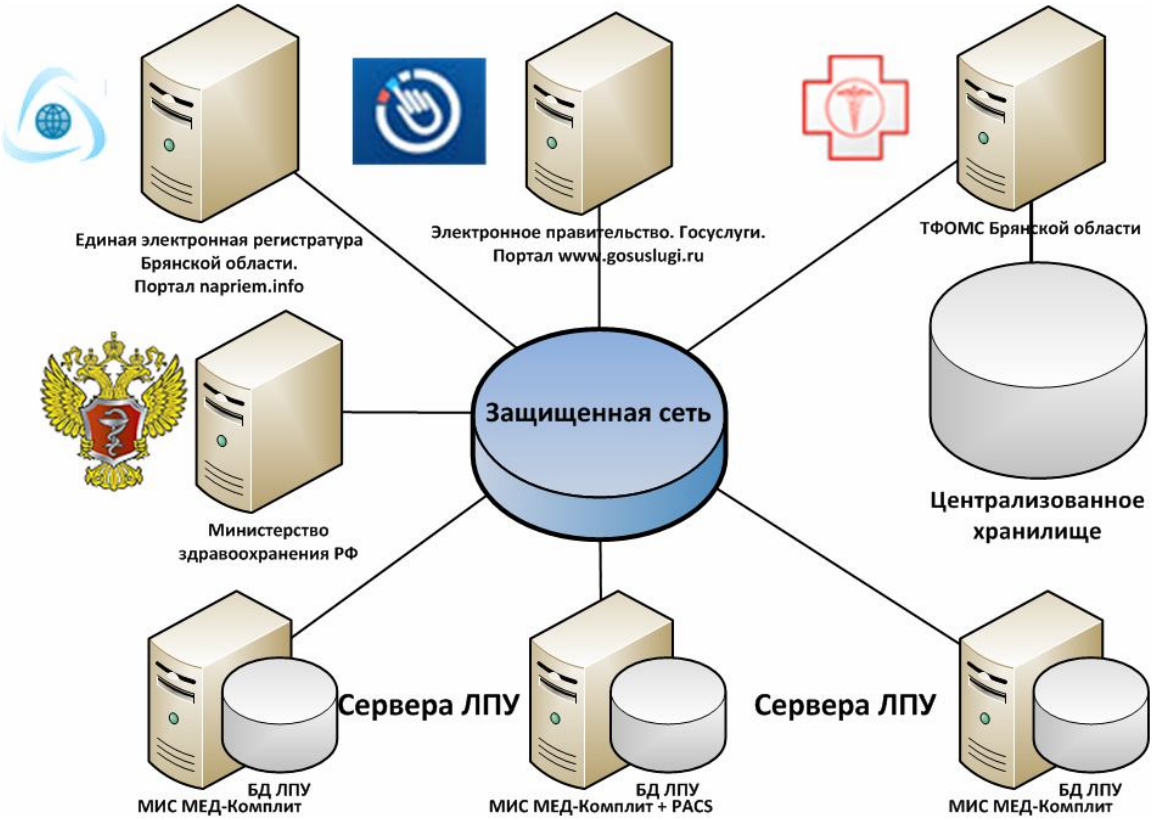


Рис. 1. Логическая структура РИС

В ходе разработки программного продукта выполнен анализ современных методов обезличивания персональных данных, особенно тех, которые рекомендуют службы ФСБ и ФСТЭК РФ [4]: методы введения идентификаторов, методы изменения состава и семантики, методы декомпозиции, перемешивания и прочие.

Так же, в ходе аналитической работы были рассмотрены решения, предлагаемые другими авторами в этой области. Например, метод идентификации субъекта персональных данных по идентификатору, записанному на внешний носитель [5]. Этот метод, как и стандартный метод идентификаторов, не подходят нашей системе из-за большого числа пользователей.

После рассмотрения других методов, в результате анализа был выбран метод перемешивания, т.к. он лучше всего подходит для больших массивов персональных данных, где часто вносятся изменения в значения атрибутов. Данный метод реализуется путем перемешивания (перестановки) отдельных значений или групп значений атрибутов персональных данных между собой.

Применение данного метода позволит получить обезличенные данные, обладающие следующими свойствами:

- полнота – вся информация о субъектах персональных данных сохраняется;
- структурированность – связи между данными полностью восстанавливаются при деобезличивании;
- семантическая целостность – семантика и вид представления данных о субъекте не изменяется;
- анонимность – данные перемешиваются по каждому отдельному атрибуту записи о субъекте, что не позволяет без доступа к дополнительной (служеб-

ной) информации определить принадлежность тех или иных данных конкретному субъекту.

Описание процедуры обезличивания должно обеспечивать однозначную трактовку проводимых действий по обезличиванию/деобезличиванию и включает в себя:

- алгоритмы обезличивания и деобезличивания;
- параметры процедур обезличивания/деобезличивания, в данном случае – несколько вариантов набора параметров, в зависимости от объема базы данных, аппаратных возможностей, нагрузки на вычислительную сеть и т.д.;
- оценку объема дополнительных данных (параметры процедуры) для проведения обезличивания;
- правила проведения процедуры и выбора значений параметров процедуры; данный пункт требует регламентации действий по работе с библиотекой, таких как выбор параметров обезличивания и деобезличивания, порядок работы с библиотекой, меры по предотвращению ошибок, меры для восстановления зашифрованных данных в случае сбоя работы системы;
- оценку зависимости требуемых системных ресурсов от выбранных значений параметров (данный пункт требует вычислительной базы для проведения экспериментов, которые помогут рассчитать скорость работы тех или иных параметров при различных мощностях и потерю времени);
- характеристики процедуры, связанные с качеством обезличенных данных, ее трудоемкостью, стойкость к различным атакам. Поиск в медицинских базах данных обычно проводится не по однозначному идентификаторы (номер документа, удостоверяющего личность и т.д.), а по данным ФИО.

Для исходной таблицы, содержащей список пациентов ЛПУ и их персональные данные, необходимо определить, какие атрибуты требуют перемешивания, а какие можно хранить в оригинальном виде. Не имеет смысла перемешивать все атрибуты: это не только требует времени, но и не оправданно с точки зрения защиты данных. Например, это касается данных о ряде заболеваний, указанных в основной таблице и т.д. Данные, не позволяющие однозначно идентифицировать человека, не представляют интереса без наличия дополнительных сведений (кроме как для статистической обработки). Таким образом, перемешиванию стоит подвергать только идентифицирующие атрибуты, но не описательные, такие как: серии и номера документов, дата рождения, ФИО и т.д. Стоит учесть, что добавление каждого нового атрибута к числу перемешиваемых увеличивает время на создание и обработку таблицу обезличенных данных.

После внедрения программного комплекса в РИС вместо специальных персональных данных по сети будут передаваться обезличенные данные (рис. 2).

В процессе внедрения программного продукта потребуется провести тесты не только на устойчивость алгоритма, но и на его быстродействие, в том числе на компьютерах со сравнительно невысокой производительностью, поскольку обычно в МО до последнего используются устаревшие компьютеры.

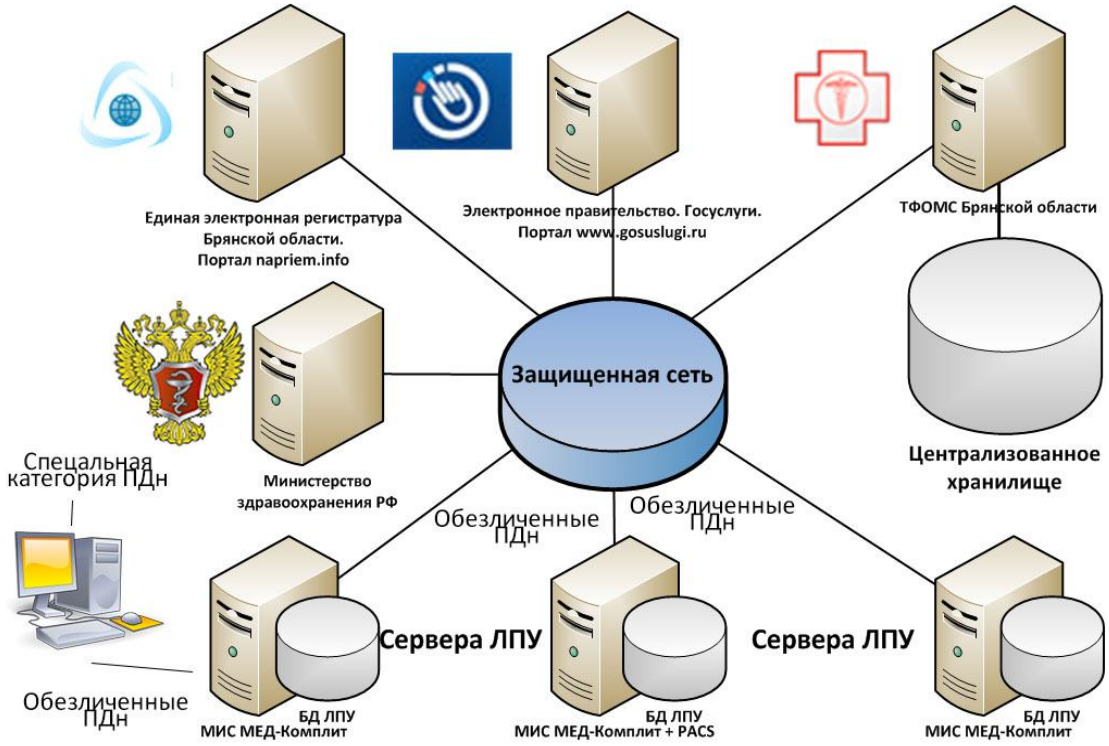


Рис 2. Логическая структура РИС после внедрения

Для оценки защищенности предложенной процедуры обезличивания используем такую характеристику, как число вариантов обезличивания, получаемых при применении данной процедуры. Учитывая размеры баз данных медицинских организаций, метод перемешивания будет давать достаточные гарантии защиты информации.

Программный продукт планируется распространять в виде программного комплекса, для платформы Microsoft .NET, который будет реализовывать несколько режимов обезличивания и деобезличивания персональных данных, и содержать библиотеки для интеграции в МИС и утилиты для проверки целостности и прочей обработки обезличенной информации. Причем интеграция будет происходить непосредственно в уже имеющиеся информационные системы.

Программный комплекс решает проблему актуальную для многих организаций РФ, где имеются информационные системы обработки медицинской информации или других персональных данных специализированной категории, но нет возможности использовать аппаратную защиту данных. Использование данного программного продукта поможет не только обеспечить надлежащую защиту персональных данных пациентов, но и сэкономить значительные средства бюджетным учреждениям. Сфера применения подобной системы не ограничивается медицинскими организациями, но в сфере здравоохранения она имеет наибольшую актуальность в настоящий момент времени.

В качестве направлений дальнейшего развития можно рассматривать следующие. Применение разработанных методов не только к персональным данным пациентов, а и к полным электронным медицинским картам пациентов. Для этого необходимо учесть, что, помимо персональных данных, в электронной медицинской карте содержатся сведения, составляющие врачебную и/или коммерческую тайну.

Список литературы

1. Основные разделы электронной медицинской карты / Министерство здравоохранения Российской федерации, 11 ноября 2013г.
2. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) от 5 сентября 2013 г. N 996 г. Москва «Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных»
3. О персональных данных [Электронный ресурс] : федер. Закон № 152-ФЗ : утв. Президентом Рос. Федерации 27 июля 2006 г. – Режим доступа : http://www.rg.ru/2006/07/29/personaljnye-dannye-dok.html. – Загл. с экрана (дата обращения: 31.03.2016).
4. Методические рекомендации по исполнению приказа Роскомнадзора от 5 сентября 2013 г. № 996 «Об утверждении требований и методов по обезличиванию персональных данных»
5. *Волокитина Е.С.* Способ идентификации субъекта персональных данных по обезличенным данным [Текст] / Волокитина Е.С. Университет им. В.И. Вернандского. №2(40). 2012г – с 61-65

Муллахметов И.Р., студент
Тюльканов М.В., студент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разнообразие систем автоматизации бизнес-процессов предприятия

Аннотация: Работа посвящена процессам автоматизации различных бизнес-процессов предприятия, пути выбора вариантов и способов автоматизации. Внедрение разнообразных информационных систем напрямую зависит от специфики предприятия и каждому предприятию необходимо подбирать индивидуальный продукт (либо общий, но с индивидуальными настройками).

Ключевые слова: Бизнес-процессы, информационные системы, MRP, MPS.

Сегодня наблюдается тенденция приобретения все большей популярности использования информационных систем в социально-экономической сфере. Это связано, прежде всего, с процессом информатизации общества на текущем этапе. Практически невозможно себе представить магазин или банк без системы, с помощью которой можно было бы быстро найти и использовать ту или иную информацию. Крайне трудно представить себе социально-экономическую сферу, которая не имела или не нуждалась бы в разработке такой информационной системы.

Информационные технологии (ИТ) на сегодняшний день – одна из наиболее динамично развивающихся отраслей в мире, в течение предыдущих 5 лет доходы в

отрасли увеличивались на 10% каждый год, при росте экономики на 3–4%, что привело к значительному увеличению доли данного сектора в структуре ВВП развитых и развивающихся стран мира. Основываясь на имеющихся данных, ведущие аналитики прогнозируют увеличение роста до 12–15% в следующие пять лет. Это говорит об огромном потенциале как самой индустрии, так и возможных путях внедрения информационных технологий в бизнес, по мнению Багдасарян В.А. и др. [1].

Бурный рост данной области обусловлен нижеуказанными факторами:

– плодотворное проникновение ИТ-технологий в бизнес-процессы организаций;

– создание эффективных и действенных механизмов управления функциями правительства и государственных органов;

– возрастающая роль информационных технологий в обыденной жизни людей;

– явная необходимость в аутсорсинге для результативной деятельности предприятий.

В качестве примера можно привести исследование Ермаковой К.О. [2], которая в своей работе указывает на особенности автоматизации процесса кредитования. Главный критерий – использование Интернета при автоматизации предоставляемых услуг. Она называет основные варианты использования банком Интернета:

1. Формирование информационного блока банка.

2. Повышение узнаваемости бренда и улучшение имиджа банка.

3. Повторные продажи существующим клиентам, которые всегда могут посмотреть информацию о новых продуктах и услугах не выходя из дома.

4. Поиск новых клиентов.

5. Оптимизация процесса обслуживания клиентов.

Приведенный пример указывает на повсеместность внедрения автоматизированных бизнес-процессов в нашу жизнь и на актуальность использования информационных технологий.

Рассмотрим автоматизацию бизнес-процессов предприятия в общем виде. Горшкова А.С. [3] в своей работе рассматривает автоматизацию бизнес-процессов предприятия на основе систем ERP-класса, позволяющих обеспечить планирование и управление всеми ресурсами предприятия в рамках всех бизнес-процессов: маркетинг – НИОКР – снабжение – производство – сбыт – транспортировка – сервисное обслуживание. Однако, указывает автор, внедрение подобных систем требует определенных капиталовложений и понимания руководством предприятия будущих эффектов от такого внедрения.

Существуют менее затратные комплексы, но при этом они будут ограничены по функциональному признаку.

О таких системах говорят Алимова Ю.Б, в соавторстве с Забержинским Б.Э. [4], приводя в пример свою разработку автоматизированной службы онлайн-бронирования гостиничной сети [5].

Одним из наиболее часто встречающихся направлений автоматизации любого предприятия является автоматизация бухгалтерского учета. Ряд авторов [6] предлагает использовать в автоматизации бухгалтерского учета технологии удаленного доступа. По их мнению, использование режима удаленного доступа позволяет бухгалтеру, находящемуся в любой точке мира, совершать любые дейст-

вия (управление рабочим столом, перемещение папок, копирование, работа с приложениями) над удаленным компьютером. Автоматизация бухгалтерского учета происходит на различных предприятиях, в том числе и агропромышленного комплекса [7].Это говорит о широком распространении возможностей и технологий, разнообразии программных средств и систем для автоматизации различных направлений бизнеса.

Помимо автоматизации бухгалтерского учета, также часто встречается автоматизация различных процессов в организациях, в том числе и образовательного профиля [8]. Примером может послужить информационная система промежуточного тестирования школьников, процесс разработки которой освящен в исследовании Дружининой Е.В. и Вологдина С.В. [9] Или же информационная система для изучения иностранного языка, по словам Тимкиной Ю.Ю. [10].

В общем виде ряд авторов [11] называет базовыми практически для всех планово-ориентированных методологий системы управления материальными ресурсами предприятия – MRP (Material Requirements Planning) и MPS (Master Planning Schedule) – известной также под названием «объемно-календарное планирование». Эти две технологии легли в основу разработок всех остальных систем [12]:

CRM – Customer Relationships Management – система управления взаимоотношениями с клиентами;

CRP – Capacity Requirements Planning – система управления планированием производственных мощностей;

DRP – Distribution Requirements Planning – система управления планированием распределенных ресурсов;

ERP – Enterprise Resource Planning – система управления планированием ресурсов;

FRP – Finance Resource/Requirements Planning – система управления планированием финансовых ресурсов;

KDD – Knowledge Discovery in Databases – система обнаружения знаний в базах данных;

MPS – Master Planning Schedule – система управления «объемно-календарным планированием»;

MRP – Material Requirements Planning – система управления материальными ресурсами;

MRP II – Manufacturing Resource Planning – интегрированная система управления планирования, включающая системы MRP и CRP.

Помимо большого количества положительных эффектов от внедрения описанных выше управляющих систем, у данного процесса есть и ряд серьезных недостатков, одним из которых является дороговизна внедрения. По мнению Сарварова Л.В. [13], затраты на внедрение управляющих систем окупаются лишь после нескольких лет их эксплуатации. По мнению автора, высокая цена ERP-системы складывается из нескольких составляющих:

– стоимости лицензий на рабочие места, количество которых в крупных компаниях достигает нескольких тысяч;

– затраты на консалтинговые услуги, внедрение и сопровождение системы;

– расходы на обучение пользователей.

Гамидуллаев Р.Б. [14] рассматривает роль информационных технологий в системе реинжиниринга управления предприятием. Автор сделал вывод, что информационные технологии являются основой реинжиниринга процессов управления на предприятии, а информационная система решающим образом влияет на функционирование процессов и при правильном использовании приводит к многократному повышению их результативности, а в итоге к эффективности управления предприятием.

Множество авторов: Куксин Р.П. [15] и др., Кропотин А.А. [16], Федченко Е.А. в соавторстве с Клинковым О.А. [17], Пурский О.И. и Мороз И.О. [18], Дымов А.Д. [19], Стебняева Т.В. и Ларина Т.С. [20] и многие другие рассматривают информационные технологии в соответствии с внедрением в их специфических узких сферах функционирования объектов исследования.

Все вышесказанное говорит о том, что внедрение разнообразных информационных систем напрямую зависит от специфики предприятия и каждому предприятию необходимо подбирать индивидуальный продукт (либо общий, но с индивидуальными настройками). В связи с этим любой организации необходимо принять решение о специфике процессов автоматизации:

- определить виды деятельности, которые необходимо автоматизировать;
- разработать техническое задание;
- отдать проект на разработку, либо купить готовый продукт и т.д.

Список литературы

1. Багдасарян В.А., Ласкавый О.Е., Авраменко А.С. Развитие информационных технологий и их воздействие на организацию предприятий // Приволжский научный вестник. 2015. № 2 (42). С. 51-53.
2. Ермакова К.О. Автоматизация процесса кредитования // Проблемы экономики и менеджмента. 2015. № 7 (47). С. 64-66.
3. Горшкова А.С. Практические аспекты автоматизации системы управления промышленным предприятием на примере внедрения ERP-системы MFG/PRO // Приволжский научный вестник. 2014. № 3-2 (31). С. 32-42.
4. Алимова Ю.Б., Забержинский Б.Э. Автоматизация управления сервисами предприятия сферы услуг // Проблемы экономики и менеджмента. 2015. № 3 (43). С. 42-45.
5. Алимова Ю.Б., Забержинский Б.Э. Автоматизированная система онлайн-бронирования гостиничной сети. актуальность и рентабельность // Проблемы экономики и менеджмента. 2015. № 1 (41). С. 90-93.
6. Макарова Л.М., Желтова М.Ф. Применение режима удаленного доступа при автоматизации бухгалтерского учета // Приволжский научный вестник. 2014. № 1 (29). С. 54-61.
7. Байдыбекова С.К. Внедрение системы автоматизированного учета на предприятиях агропромышленного комплекса // Приволжский научный вестник. 2013. № 3 (19). С. 58-62.
8. Лазарев Г.А., Коротаевский А.Г. Автоматизированная информационная система управления учебным процессом на базе мультимедийных комплексов // Приволжский научный вестник. 2013. № 6 (22). С. 125-134.

9. Дружинина Е.В., Вологдин С.В. Концепция создания информационной системы промежуточного тестирования школьников // Приволжский научный вестник. 2015. № 1 (41). С. 17-19.
10. Тимкина Ю.Ю. Информационные технологии как средство активизации самостоятельной работы по изучению иностранного языка // Приволжский научный вестник. 2011. № 1 (1). С. 76-79.
11. Гевак А.Н., Килина Ю.А., Мартынов Л.М. Информационно-коммуникационные системы управления предприятиями // Проблемы экономики и менеджмента. 2014. № 2 (30). С. 28-33.
12. Гевак А.Н., Килина Ю.А., Мартынов Л.М. Компетенции менеджмента по выбору и применению информационно-коммуникационных систем поддержки решений для управления предприятиями // Проблемы экономики и менеджмента. 2014. № 6 (34). С. 24-28.
13. Сарваров Л.В. Оценка эффективности внедрения информационно-управляющих систем на предприятиях // Проблемы экономики и менеджмента. 2014. № 10 (38). С. 41-43.
14. Гамидуллаев Р.Б. Основные составляющие информационных технологий и систем при реинжиниринге процессов управления // Проблемы экономики и менеджмента. 2013. № 9 (25). С. 31-34.
15. Куксин Р.П., Багузова О.В. Информационная система поддержки принятия решений по управлению инновационной деятельностью металлургического предприятия // Приволжский научный вестник. 2011. № 4 (4). С. 73-76.
16. Кропотин А.А. Разработка информационной системы планирования и учета затрат, связанных с транспортным обеспечением объектов нефтегазодобывающего управления // Проблемы экономики и менеджмента. 2012. № 8. С. 114-117.
17. Федченко Е.А., Клинков А.О. Возможные способы унифицирования бухгалтерского и управленческого учета в сфере размещения государственного заказа с помощью специализированных информационных систем // Проблемы экономики и менеджмента. 2013. № 1 (17). С. 70-72.
18. Пурский О.И., Мороз И.О. Учет дифференциации регионального развития в информационной системе социально-экономического мониторинга // Проблемы экономики и менеджмента. 2013. № 3 (19). С. 9-13.
19. Дымов А.Д. Региональная система информационно-консультационного обеспечения АПК России // Проблемы экономики и менеджмента. 2011. № 3 (3). С. 30-33.
20. Стебеняева Т.В., Ларина Т.С. Комплексная информационная платформа как новый инструмент взаимодействия экономических агентов региональной инновационной инфраструктуры // Проблемы экономики и менеджмента. 2013. № 8 (24). С. 83-88.

Сибгатуллин Б.И., аспирант, e-mail: bullatts@gmail.com;
Барсуков В.К., к.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние эквивалентного последовательного сопротивления танталовых конденсаторов на результаты испытаний импульсным током

Аннотация: Танталовые конденсаторы работают в цепях питания с низким сопротивлением, где они могут подвергаться воздействию зарядных токов большой амплитуды. Для оценки работоспособности конденсаторов в таких условиях применяются испытания импульсным током. На характер переходных процессов и условия испытаний влияют индуктивность и сопротивление цепи испытательного стенда. В статье проанализировано влияние эквивалентного последовательного сопротивления конденсаторов на характер переходных процессов, проведена оценка влияния изменения сопротивления цепи на изменения напряжения пробоя конденсатора.

Ключевые слова: Танталовый конденсатор, эквивалентное последовательное сопротивление, напряжение пробоя, переходные процессы, испытания импульсным током.

Танталовые конденсаторы обычно используются для уменьшения шумов и стабилизации напряжения. При включении источника питания через конденсатор может протекать зарядный ток большой амплитуды, что может привести к пробою конденсатора. При этом существует вероятность воспламенения конденсатора и нанесения урона рядом расположенным элементам. Благодаря своим достоинствам, таким как низкие токи утечки, широкий диапазон допустимых температур, долговечность, танталовые конденсатора нашли широкое применение в устройствах военного и аэрокосмического назначения. Для того чтобы уменьшить вероятность отказов танталовых конденсаторов подобного типа, при их производстве применяются испытания импульсным током. Испытания состоят в том, что конденсатор подвергается определенному числу циклов заряд-разряд от источника с очень низким внутренним сопротивлением. В качестве такого источника используется батарея электролитических алюминиевых конденсаторов.

В [1, 2] проведен анализ факторов, влияющих на испытания импульсным током. Относительно небольшие изменения сопротивления, индуктивности стенда, емкости испытываемых конденсаторов могут приводить к существенным изменениям характера переходных процессов при испытаниях. Целью настоящей статьи является анализ влияния эквивалентного последовательного сопротивления (*ESR*) танталовых конденсаторов на испытания импульсным током.

Максимально допустимое *ESR* танталовых конденсаторов может меняться от единиц мОм у конденсаторов емкостью ~100-2500 мкФ до десятков Ом у конденсаторов емкостью 0,1-10 мкФ. Кроме того, *ESR* может существенно отличаться у конденсаторов одного типа [3]. Это может приводить к существенным изменениям амплитуды импульса тока при испытаниях конденсаторов одной партии. Более того, может изменяться и характер переходных процессов. При испытаниях

конденсаторов малой емкости с малым *ESR* и сопротивлением цепи переходный процесс может быть колебательным. В таком случае конденсатор будет испытывать воздействие перенапряжений. На рис. 1 показано изменение амплитуды импульса тока через испытываемый конденсатор при изменении ESR испытываемых конденсаторов от 0,5 до 5 Ом.

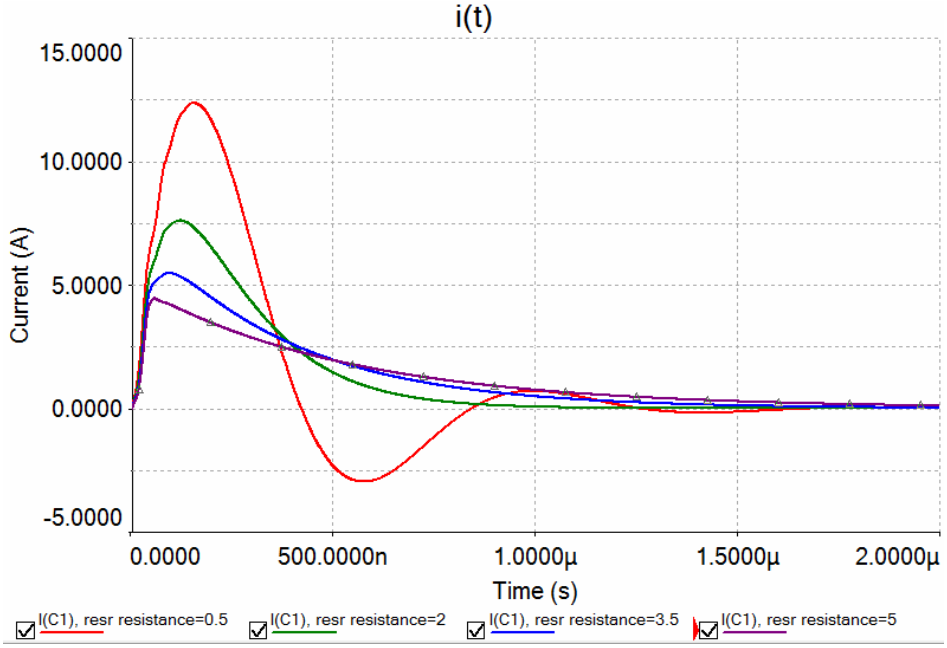


Рис. 1. Изменение амплитуды импульса тока через испытываемый конденсатор емкостью 0,1 мкФ при изменении *ESR* от 0,5 до 5 Ом

В [4] проанализировано влияние сопротивления цепи на напряжение пробоя танталового конденсатора. Выявлено, что при уменьшении сопротивления цепи напряжение пробоя уменьшается. Зависимость напряжения пробоя танталового конденсатора от сопротивления цепи R в диапазоне от ~0,1 до ~10 Ом может быть аппроксимировано функцией:

$$U_{BR} = \alpha R^{\beta}, \qquad (1)$$

где U_{BR} – напряжение пробоя конденсатора, α – постоянный коэффициент, $\beta \sim 0{,}2$.

На рис. 2 приведена зависимость изменения напряжения пробоя U_{BR1}/U_{BR2} от изменения сопротивления *R1/R2.*

Например, при изменении сопротивления цепи на ~40% напряжение пробоя изменяется на ~8%. С этими значениями сходятся результаты экспериментов в [3].

Согласно стандарту MIL-PRF-55365 сопротивление цепи испытательного стенда без учета ESR конденсатора должно быть менее 1 Ом. Как правило, в цепь стенда включают резистор емкостью 0,5 или 0,25 Ом. В некоторых случаях целесообразно не включать резистор в цепь испытательного стенда. Тогда сопротивление цепи будет состоять из сопротивления батареи конденсаторов, транзисторного ключа, соединительных проводов и будет лежать в пределе от 0,1 до 0,2 Ом.

При этом сопротивление цепи заряда и разряда конденсаторов малой емкости будет в большей степени определяться ESR конденсатора. При испытаниях конденсаторов большой емкости ввиду небольших значений ESR по сравнению с сопротивлением стенда сопротивление цепи заряда и разряда конденсаторов будет в меньшей степени зависеть от ESR конденсатора.

При испытаниях танталовых конденсаторов импульсным током исправный конденсатор определяется по амплитуде импульса тока (уровень 1) в начальный момент заряда и значению остаточного тока (уровень 2) после заряда (рис. 3).

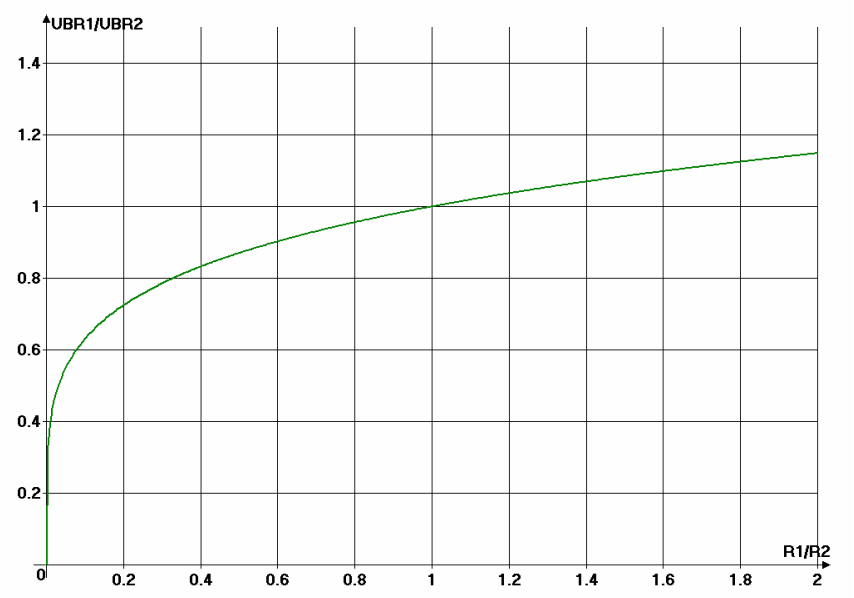


Рис. 2. Зависимость U_{BR1}/U_{BR2} от *R1/R2*

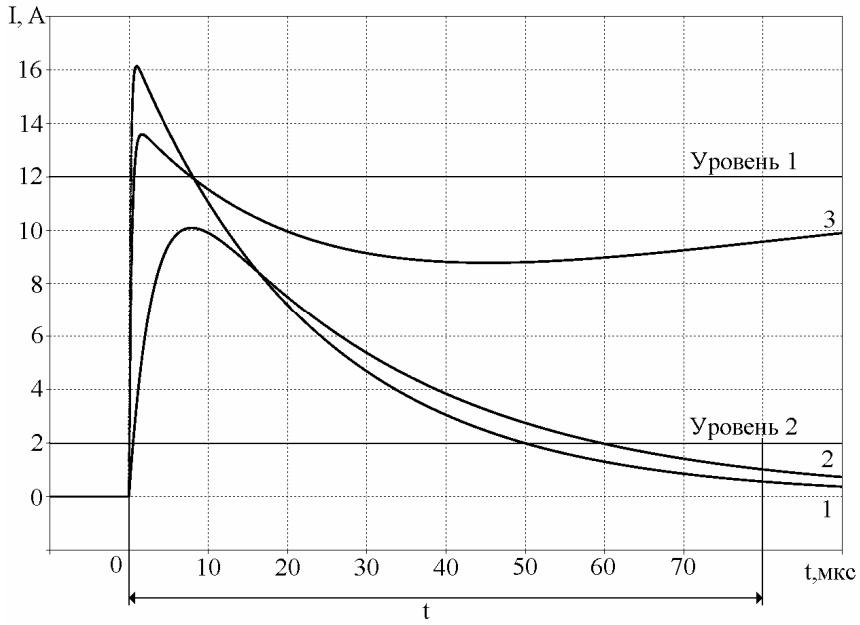


Рис. 3. График зарядного тока при испытаниях конденсатора

Уровень 1 и 2 - уровни разбраковки, кривая 1 – годный конденсатор, кривые 2, 3 – забракованные конденсаторы.

Уровень 1 соответствует расчетному значению амплитуды импульса тока во время испытаний и определяется по выражению:

$$I_{test} = \frac{U_R}{R_c + ESR_{spec}}, \tag{2}$$

где ESR_{spec} – максимально допустимое сопротивление танталового конденсатора, U_R – номинальное напряжение танталового конденсатора, R_c – сопротивление цепи испытательного стенда.

Поскольку реальные значения *ESR* танталовых конденсаторов могут во много раз отличаться от ESR_{spec}, конденсатор может испытывать воздействие токов гораздо большей амплитуды, чем значение, рассчитанное по формуле (2). Это может приводить к следующей ситуации. Предположим, при испытаниях конденсаторов был плохой контакт между клеммами испытательного стенда и выводами конденсатора, что привело к некоторому увеличению сопротивления стенда. Но в силу того, что реальное значение *ESR* рассматриваемого конденсатора было намного меньше ESR_{spec}, амплитуда тока во время испытаний все равно была больше I_{test}, и конденсатор прошел испытания. Однако в рабочих условиях, при наличии хорошего контакта между выводами конденсатора и печатной платы, через конденсатор будут протекать импульсы зарядного тока большей амплитуды, чем при испытаниях. Таким образом, условия испытаний в этом случае будут менее нагруженные, чем рабочие условия конденсатора.

Для того чтобы избежать подобных ситуаций, при проектировании устройств следует выбирать танталовые конденсаторы с запасом по напряжению, а также включать последовательно с ними токоограничивающие резисторы. Расчет величины токоограничивающего резистора приведен в [3] Если это сделать невозможно, следует ужесточить условия испытаний. Например, увеличить испытательное напряжение до $1{,}15U_R$ и уменьшить сопротивление испытательного стенда.

Исходя из вышесказанного, можно сделать следующие выводы:

1. Сопротивление цепи влияет на напряжение пробоя танталового конденсатора. Испытания должны моделировать худшие возможные условия работы конденсатора.

2. Общее сопротивление цепи испытательного стенда в значительной мере зависит от *ESR* танталового конденсатора. Из-за значительного разброса *ESR* при испытаниях амплитуда импульса тока, протекающего через конденсатор, может значительно превышать расчетное значение. В результате этого точность контроля амплитуды тока уменьшается.

3. Для повышения надежности работы танталовых конденсаторов необходимо выбирать конденсаторы с запасом по напряжению и включать токоограничивающие резисторы соответствующего номинала, а также ужесточать условия испытаний.

Список литературы

1. *Teverovsky A*. Effect of inductance and requirements for surge current testing of tantalum capacitors // CARTS-CONFERENCE – COMPONENTS TECHNOLOGY INSTITUTE INC., 2006. – Т. 26. – pp. 363.
2. *Сибгатуллин Б.И., Барсуков В.К.* Влияние параметров стенда импульсного тестирования на результаты испытаний // «Интеллектуальные системы в производстве» №2 (24), Ижевск, ИжГТУ, 2014. – с. 195-202.
3. *Teverovsky A*. Derating of surge currents for tantalum capacitors // ESA 1st International Symposium “Space Passive Component Days”, Noordwijk, The Netherlands, 2013, Available: https://escies.org/download/webDocumentFile?id=60981 (дата обращения: 31.03.2016).
4. *Reed E.K., Paulsen J.L.* Impact of circuit resistance on the breakdown voltage of tantalum chip capacitors // Proceedings of the CARTS, 2001, pp. 150-156.

Бустами Р., магистрант; e-mail: ridh_b@mail.ru
Климов И.З., д.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ режимов криптографии на шифрование изображения

Аннотация: Защита нашей информации от третьих сторон, таких как конфиденциальность данных является одной из задач криптографии системы. Поэтому в данной работе мы показываем технику шифрования алгоритм для цифровых изображений. Экспериментировал четыре симметричный блочный алгоритм: *Data Encryption Standart* [1], Государственный стандарт 28147-89 [2], Международный алгоритм шифрования данных [3, 4, 5], *Ron Code 5* [6, 7]. В криптографии симметричный блочный алгоритм, имеет по крайней мере четыре режима криптографических процессов [8]. Режимы, используемые в данном эксперименте является: режим электронной шифровальной книги *(Electronic Code Book)*, режим сцепления блоков шифра *(Cipher Chaning Book),* режим обратной связи по шифру *(Cipher-Feedback)* и режим выходной обратной связи *(Output-Feedback)*. Потому что каждый алгоритм, и каждый из режимов имеет свои преимущества и недостатки, мы хотим показать, как эти алгоритмы работают в разных режимах, если шифр ввод текста или цифрового изображения, что имеет значение пиксела и другую технику для хранения данных. Проанализированы различными статистическими результате зашифрованный цифровой корреляции изображений между соседними пикселями, и эффективность алгоритма шифрования. Все эксперименты проводили эксперименты в языке программирования *Java* [9], который является целью в дальнейшем работа может быть использована в реальном приложении.

Ключевые слова: криптографии системы**,** *Data Encryption Standart,* Государственный стандарт 28147-89, Международный алгоритм шифрования данных, *Ron Code 5*, режим электронной шифровальной книги, режим сцепления блоков шифра, режим обратной связи по шифру, режим выходной обратной связи, язык программирования *Java*

Введение

В общем для шифрования цифрового изображения мы можем разделить на 4 этапа, процесс предварительной обработки, шифрования или расшифровки, генерации ключа и сохранение изображений. В предварительной обработки получить значение пикселей, размер пикселя и тип пикселей, это основной шаг в байтовое представление для преобразования данных изображения. В процессе шифрования, работал в байтах блока, который зависит от того, какой алгоритм мы используем [10]. В шаги генерации ключей производимых ключ в байтах длиной, который зависит снова какой алгоритм мы используем, например для государственного стандарта мы нуждаемся в 256 битах или 32-байтовой длине ключа. На рис.1 показано моделирование криптографической изображении.

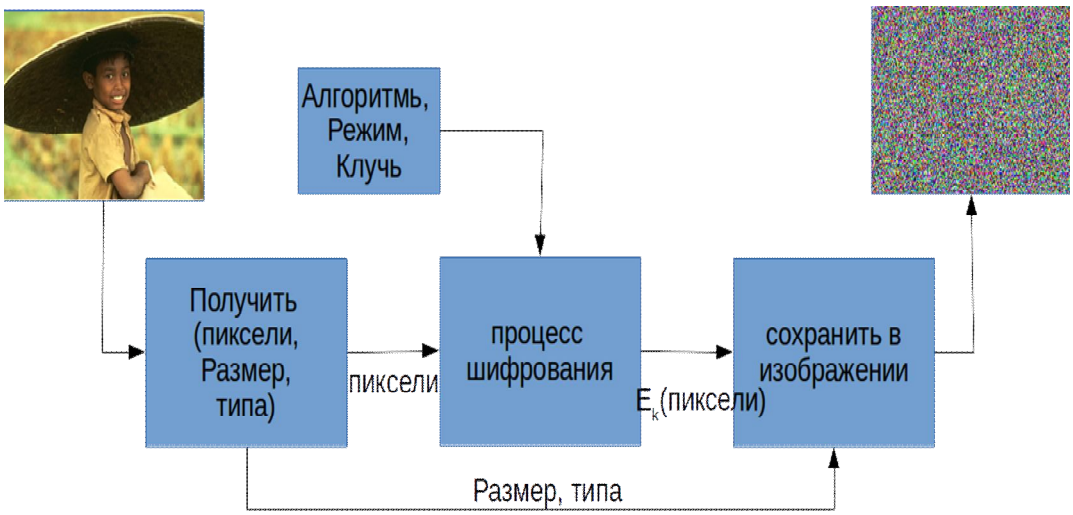


Рис. 1. Общая модель моделирования криптографической изображении

Основная часть

Алгоритмы (DES, GOST, IDEA, RC5) были протестированы с 20 размером шрифта изображений, а также в каждом типе размера имеет 10 различных изображений. Эти алгоритмы были реализованы и проходят на языке программирования Java и работают на Linux Ubuntu 14.04 с аппаратной спецификации процессоров Intel® Core ™ i3-2365M процессор 1.40GHz @ × 4 и памяти (3.7GiB) 2x 2GiB SODIMM DDR3 синхронной 1333 МГц. На Таблице 3.2 и 3.3 показно среднее время обработки шифрования и расшифрования с другой тип алгоритмов.

Рассчитывается разница (1) от частотного распределения график [11], выше которого приведены в таблице 1. В этом рисунке (4,5,6,7) показано что шифрование производило новые изображении которых есть небольшие дисперсии.

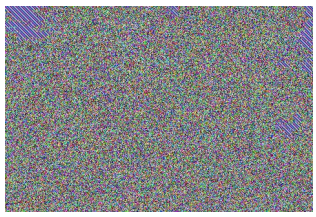


2.а

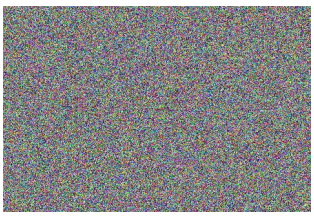


2.б

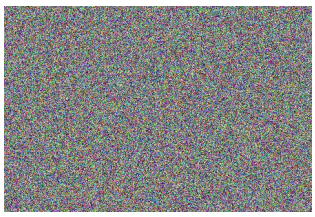
Рис. 2а. Оригинальное изображение, *2б*. Дешифрованное изображение



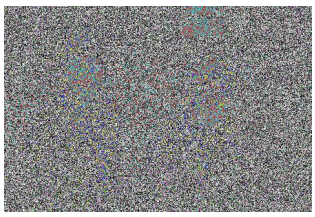
3.а



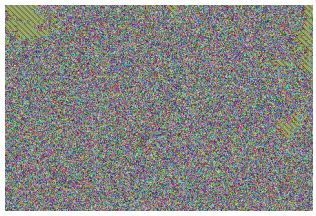
3.б



3.в



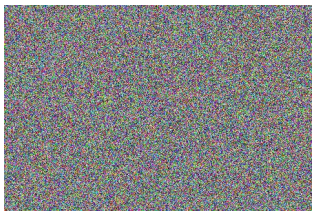
3.г



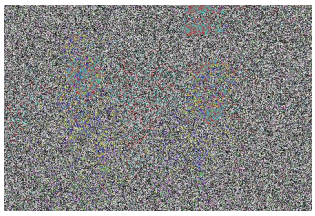
3.д



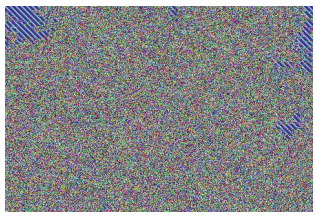
3.е



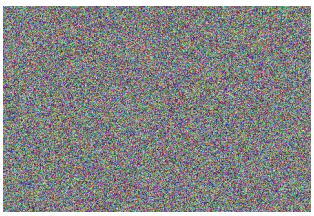
3.ё



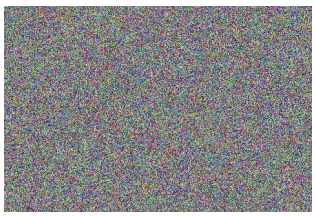
3.ж



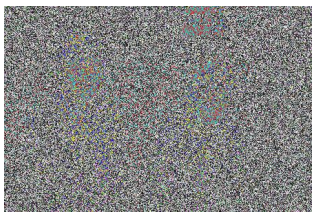
3.з



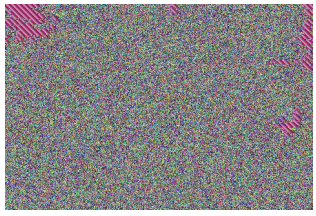
3.и



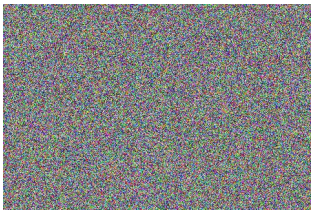
3.й



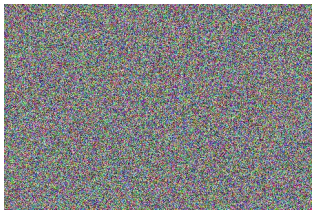
3.к



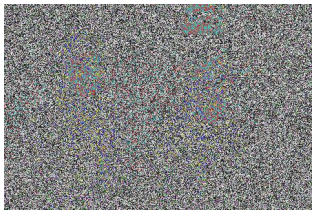
3.л



3.м



3.н



3.о

Рисунок 3. Расшифрованное изображение рисунки 2.а (3.а DES-ECB, 3.б DES-CBC, 3.в DES-CFB, 3.г, DES-OFB, 3.д ГОСТ-ECB, 3.е ГОСТ-CBC, 3.ё ГОСТ-CFB, 3.ж ГОСТ-OFB, 3.з IDEA-ECB, 3.и IDEA-CBC, 3.й IDEA-CFB, 3.к IDEA-OFB, 3.л RC5-ECB, 3.м RC5-CBC, 3.н RC5-CFB , 3.о RC5-OFB)

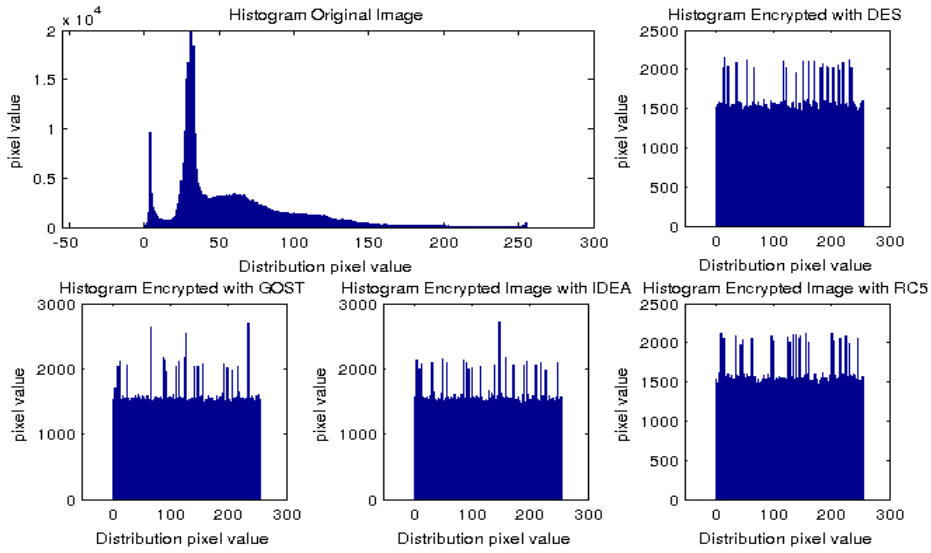


Рис. 4. Распределение частот оригинального изображение и расшифрованное рисунки 3 с режимом электронной шифровальной книги

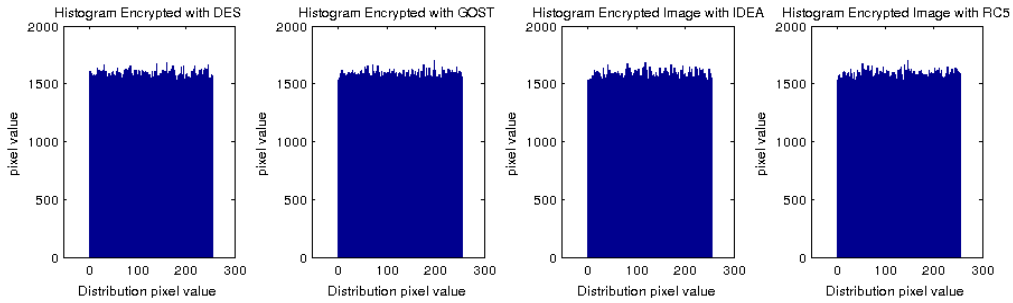


Рис. 5. Распределение частот рисунки 3 с режимом сцепления блоков шифра

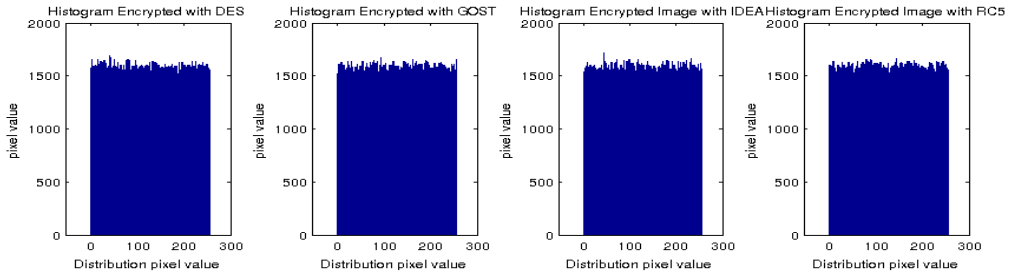


Рис. 6. Распределение частот рисунки 3 с режимом обратной связи по шифру

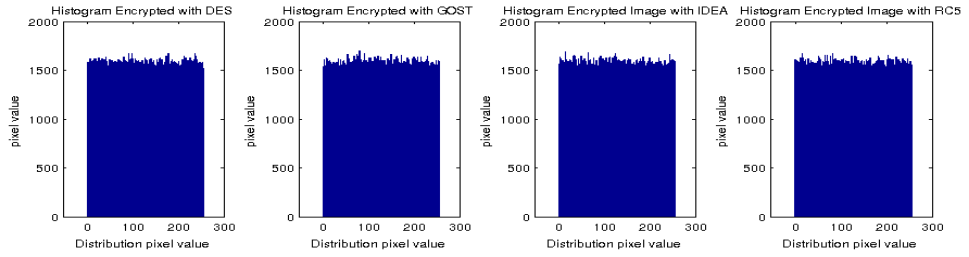
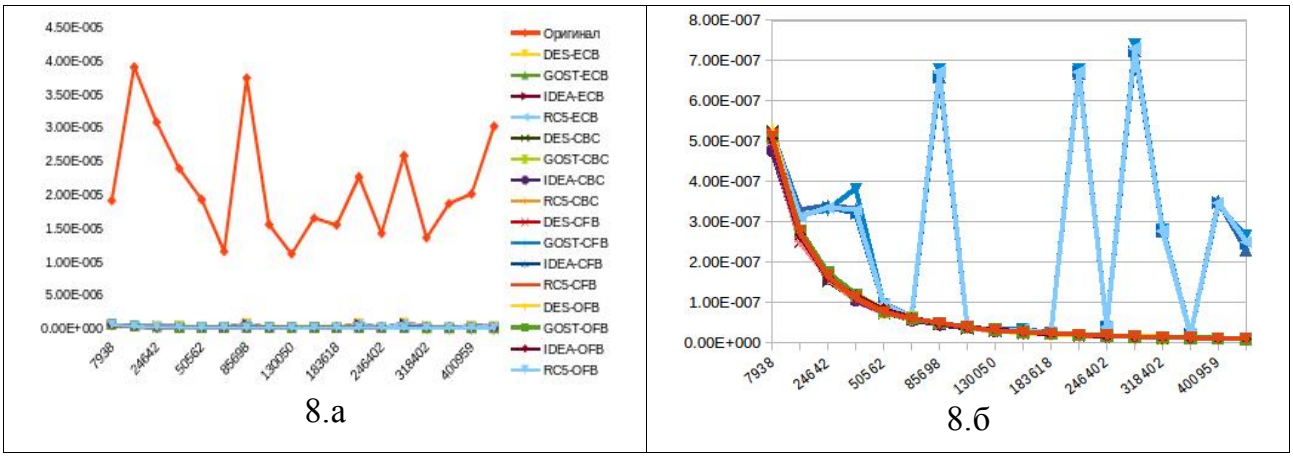


Рис. 7. Распределение частот рисунки 3 с режимом выходной обратной связи

$$\sigma^2(x)=\frac{1}{N-1}\sum(x_i-\bar{x})^2 \quad (1)$$



8.а 8.б

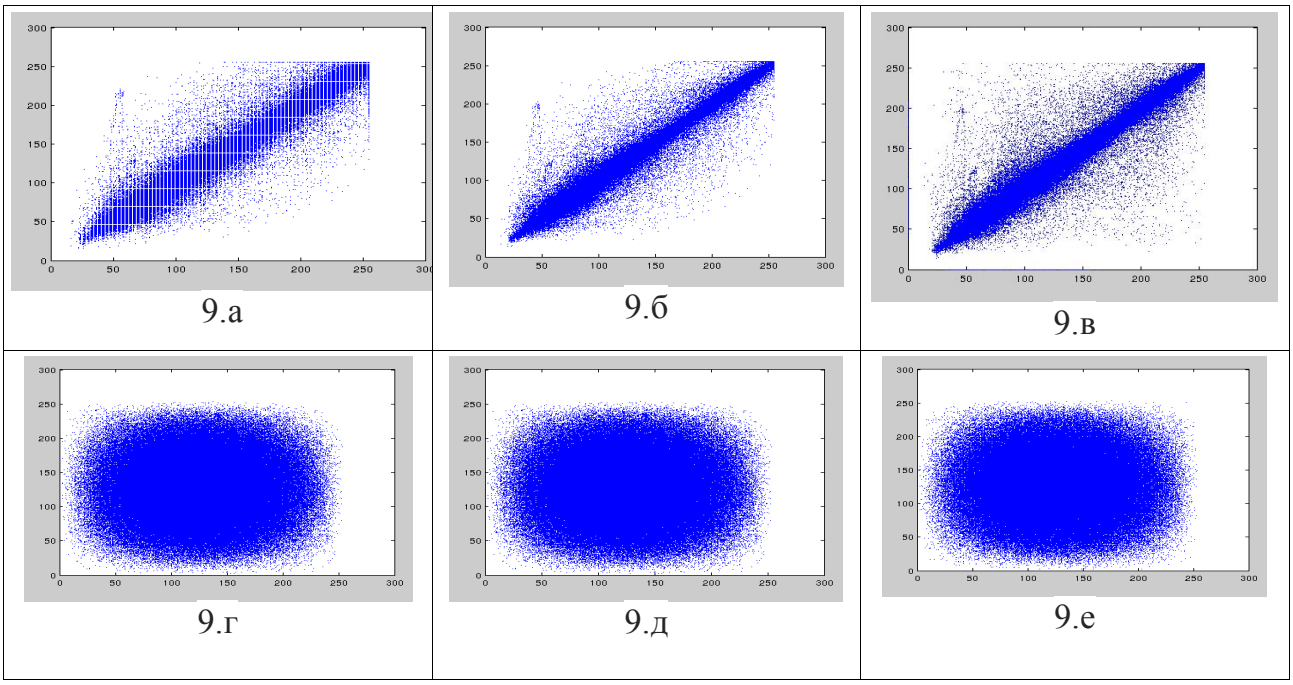
Рис. 8. Дисперсия случайной: (8. а) величины оригинальных и шифрованных в любых режимах и алгоритмах, (8.б) Шифрованых в любых режимах и алгоритмах

Также мы можем видеть на картинках выше показано, что режим ECB в некоторых размер картинки был дисперсия больше, чем другие. Но в CBC, CFB, и OFB имели небольшие отклонения графика особенно если увеличиваются в размерах и становятся более дисперсия меньше

$$E(x)=\frac{1}{N}\sum^{N}x \quad (2)$$

$$D(x)=\frac{1}{N}\sum^{N}[x_i-E(x)]^2 \quad (3)$$

$$cov(x,y)=\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}[x_i-E(x)][y_i-E(y)] \quad (4)$$



9.а 9.б 9.в

9.г 9.д 9.е

Рис. 9. Соотношение двух соседних оригинальных горизонтальных (9.а), вертикальных(9.в), диагональных (9.д) пикселей и зашифрованных горизонтальных (9.б), вертикальных(9.г), диагональных (9.е) пикселей

Результаты соотношения пикселя в изображении исследования показывают, что образ карабкаться эффект обратное соотношение для функции коэффициента корреляции соседних пикселей. Функция Коэффициент корреляции, используется следующим образом

Функция Коэффициент корреляции, используется следующим образом [11, 12]

Таблица 1. **Среднее время обработки шифрования и расшифрования в милисекундах / пиксель**

	Расшифрование				Дешифрование			
	DES	GOST	IDEA	RC5	DES	GOST	IDEA	RC5
ECB	0.0022	0.0027	0.0015	0.0018	0.0016	0.0015	0.0014	0.0013
CBC	0.0025	0.0026	0.0131	0.0052	0.0018	0.0019	0.0019	0.0018
CFB	0.0023	0.0020	0.0023	0.0025	0.0024	0.0018	0.0022	0.0021
OFB	0.0020	0.0024	0.0022	0.0022	0.0023	0.0020	0.0020	0.0021

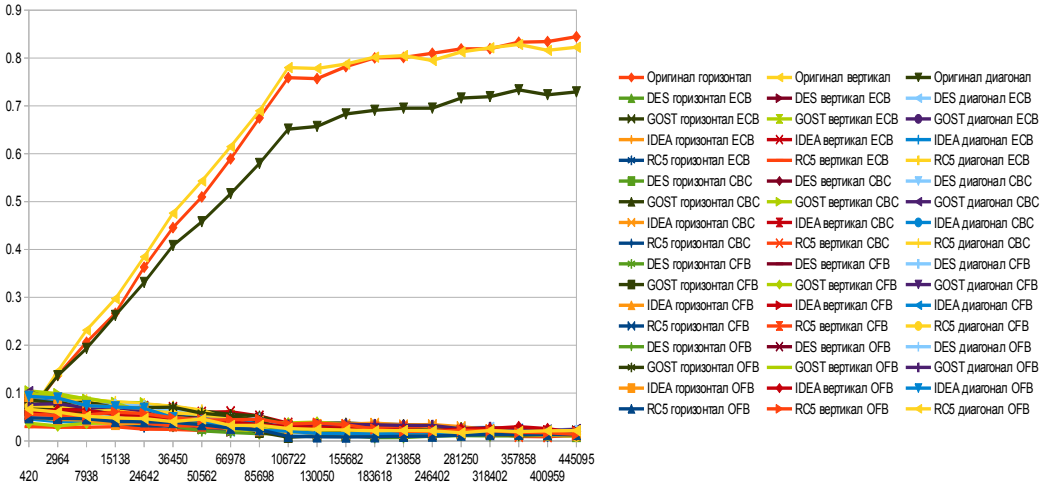


Рис. 10 . Значение корреляции оригинальных горизонтальных, вертикальных, диагональных, пикселей и зашифрованных горизонтальных, вертикальных, диагональных пикселей во всех режимах и алгоритмах

Заключение

На эксперименте показано успешно как обезопасить данные изображения с 4 шифрование алгоритмах а также 4 режима. В каждой алгоритм имеет разный результат в зашифрованном изображение, которое может быть начато в некоторых статистических пикселей значение. В часто задаваемые распределения показано, что шифрование может сделать небольшие расхождения в цифровые изображения. На электронной шифровальной книги режим показано, что дисперсия имеет не малое значение в каждый размер изображения, но в другом режимах показывает, что линейно становятся меньше, когда размер увеличился.

В корреляции между пиксела также показано, что шифрование сделать пиксель имеет малую корреляцию между соседнему пикселю, не только в горизонтальных пикселей соседа, но и вертикальные и горизонтальные. Все режимы показывает, что имеет малую корреляцию между соседей пикселей.

Для повышения эффективности алгоритма показали относительно электронной шифровальной книги режиме быстрее, чем в другой режим шифрования и дешифрования особенно, в таблице 1 показано, что все расшифровки показано, что ECB быстро, что другой режим. И для времени обработки посредников алгоритми показано, что относительно обладают одинаковой скоростью в миллисекунды/пиксель, просто немного по-другому между ними в различных режимах.

Список литературы

1. Federal Information Processing Standards Publication 46-3 // Digital Encryption Standard. National Institute of Standards and Technology. 1999
2. Госундартвеный Стандарт Союза ССР // Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. ИПК Издателбство Стандартов. 1990.
3. *Lai*, X., *Massey* J. A Proposal for a New Block Encryption Standard // Advances in Cryptology EUROCRYPT '90 Proceedings, Springer-Verlag, 1991, PP. 389 404.
4. *Lai*, X., *Massey* J., *Murphy* S. "Markov Ciphers and Differential Cryptanalysis," Advances in Cryptology EUROCRYPT '91 Proceedings, Springer-Verlag, 1991,. 17-38.
5. *Lai*, X., Detailed Description and a Software Implementation of the IPES Cipher, 1991.
6. *Rivest* R.L., "The RC5 Encryption Algorithm," Dr. Dobb's Journal, v. 20, n. 1, Jan 95, PP. 146–148.
7. *Rives*t R.L., "The RC5 Encryption Algorithm," K.U. Leuven Workshop on Cryptographic Algorithms, Springer–Verlag, 1995.
8. *Schneier* B. Applied Cryptography, Second Edition. New York : Wiley. 199
9. *Hook* D. *Beginning Cryptography with Java* (1st ed.). Wrox Press Ltd., Birmingham, UK, 2005.
10. *Bustami* R, "Research and Development of the Encryption Algorithm in Specific Area of Digital Image", submitted at conference Приборостроение в XXI веке ИжГТУ. 2015
11. *Gonzalez* R., *Richard* E. *Digital Image Processing (3rd Edition)*. Prentice-Hall, Inc., Upper Saddle River, NJ, USA. 2006
12. *Hongmei* T., *Liying* H., *Yu* H., *Xia* W. An improved compound image encryption scheme // International Conference on Computer and Communication Technologies in Agriculture Engineering. 2010. PP. 128-131.

Дащенко Р.В., студент, e-mail: rdaschenko@gmail.com

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Автоматизированное рабочее место технолога

Аннотация: В статье рассматривается выбор платформы разработки и создание автоматизированного рабочего места (АРМ) технолога предприятия.

Ключевые слова: Автоматизированное рабочее место, база данных, ВТ, автоматизированные системы.

Развитие компьютерных технологий дает возможность автоматизации ряда задач. Использование ВТ для управления и подготовки производства позволяет увеличить эффективность работы с документами, упросить и сократить время выполнения работ, а так же облегчить труд специалистов.

На сегодняшний день предприятия вынуждены контролировать весь жизненный цикл выпускаемых изделий, от разработки технической документации до выпуска готового изделия. Разработка рабочей документации изделия начинается с написания технологии изготовления. Начальник технологического бюро получает приказ о начале разработки изделия, после чего выдает задание инженеру-технологу разработать технологическую документацию. В ходе выполнения поставленных задач инженер-технолог определяет необходимость в изготовлении оснастки и разработки управляющей программы для проектируемого изделия. В случае необходимости инженер-технолог должен создать заявку на изготовление оснастки или управляющей программы. Следующим шагом является согласование заявок начальниками технологического и конструкторского бюро. Только после согласования, заявка на проектирования оснастки уходит в работу инженеру-конструктору. После этого начинает разрабатываться конструкторская документация изделия. Разработка УП выполняется инженером-программистом согласно конструкторской документации. В отдельных случаях, процедура создания управляющей программы для изделия становится трудозатратным процессом. В ходе освоения изделия инженеры-разработчики могут ошибиться, в следствии изделие может оказаться бракованным, а это материальные потери для предприятия.

Рабочие места для автоматизации выполняемых операций, и создаваемые на основе компьютерных систем получили название автоматизированных рабочих мест (АРМ) [1]. В ГОСТ 34.003–90 дано определение АРМ – программно-технический комплекс автоматизированной системы предназначенный для автоматизации деятельности определенного вида [2]. Там же указаны определения автоматизированной системы как системы, состоящей из персонала и комплекса средств автоматизации его деятельности, реализующей информационную технологию выполнения установленных функций [3];

Создание АРМ технолога позволит отслеживать и решать следующие задачи:

1. Формирования заданий на проектирования технической документации
2. Контроль выполнения заданий инженерами-технологами
3. Формирование заданий на проектирование конструкторской документации
4. Контроль выполнения заданий инженерами-конструкторами
5. Согласование заявок в электронном виде
6. Автоматизация формирования документации на проектируемое изделие
7. Возможность включения АРМ в автоматизированную систему электронного документооборота предприятия
8. Составление базы знаний на основе справочников
9. Использование вспомогательных справок и печатей для продвижения разработки изделия
10. Составление плана работ по разработке рабочей документации

При создании автоматизированного рабочего места нужно учитывать следующие функции:

1. Контроль доступа;

2. Администрирование автоматизированного рабочего места;
3. Планирование выполняемых работ;
4. Автоматизация формирования учетных карт изделия;
5. Частичная автоматизация продвижения изделия по этапам проектирования;
6. Анализ и регулирование выполнения заданий;
7. Интеграция в существующую АС предприятия;

Разрабатываемое программное обеспечение обычно предусматривает определение и оформления прав доступа сотрудников предприятия. Платформой для разработки зачастую выбирают web-приложения. Основными плюсами этой платформы являются:

1. Не требуют установки на компьютер.
2. Не требуют специальной настройки.
3. Обновление происходит автоматически.
4. Обеспечивает высокую мобильность.
5. Минимальная аппаратная платформа.

Программирование системы выполняется на языке программирования PHP в связке с базой данных PostgreSQL. Язык PHP был выбирают из-за своей простоты, любой начинающий программист сможет овладеть этим языком. С другой стороны PHP имеет очень продвинутый функционал, существует множество библиотек и фреймворков. С помощью этого языка можно решить множество разноплановых задач. PHP скрипты выполняются на сервере, в отличии от других языков, поэтому у клиента нет возможности определить исходный код, он может получить только результат обработки.

В качестве системы базы данных выбирают PostgreSQL. PostgreSQL — свободная объектно-реляционная система управления базами данных (СУБД).[4] Главным плюсом этой системы является её бесплатное распространение, а также высокая эффективность и надежность. СУБД дает возможность регулировать приложение в ходе выполнения, тем самым облегчая создание надежных приложений. Так же СУБД PostgreSQL имеет возможность каскадного удаления и обновления хранимых данных в таблицах. Это позволяет поддерживать целостность данных.

Следует отметить, что разработка ПО трудоемкий и дорогостоящий процесс, требующий соответствующих знаний. Проектируемый АРМ решает задачи формирования и контроля выполнения заданий, формирования документации и т.д.

Список литературы

1. Хохлова,Н. М. и др. Информационные технологии / Н. М. Хохлова. М.: Прориздат, 2010. 190 с.
2. Никифоров С. В. Введение в сетевые технологии: Элементы применения и администрирования сетей.: Учеб. Пособие / С. В. Никифоров. М.: Финансы и статистика, 2002. 768 с.
3. ГОСТ 34.003-90. Автоматизированные системы: термины и определения. - Министерством электротехнической промышленности и приборостроения СССР, 1990, [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.remontnik.ru/docs/30997/;http://www.docload.ru/ Basesdoc/32/32114/ index.htm.
4. Кригель А., Трухнов Б. SQL. Библия пользователя. Язык запросов SQL,

2-е издание/ Алекс Кригель М.: Диалектика,2007,752 с.

Копылов Н.С., магистрант;
Сяктерева В.В., к.т.н.

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка и исследование электротепловых моделей поршня двигателя внутреннего сгорания

Аннотация: статья посвящена разработке и исследованию электротепловых моделей подвижных деталей, в частности поршня двигателя внутреннего сгорания. Актуальность работы обусловлена необходимостью определения оптимального режима работы деталей цилиндро-поршневой группы двигателей.

Разработанные в работе электротепловые модели поршня двигателя внутреннего сгорания подтверждают возможность применения метода электротеплового моделирования для исследования теплового состояния деталей.

Ключевые слова: электротепловое моделирование, поршень двигателя внутреннего сгорания, тепловое состояние.

Для определения теплового состояния деталей машин и механизмов используются аналитические методы, численные методы, экспериментальные методы и методы моделирования.

Аналитические методы предполагают решение дифференциальных уравнений теплопроводности с соответствующими граничными условиями, что возможно только для ряда простых задач.

Из ряда численных методов наибольшее распространение получил метод конечных разностей или сеток. Однако в этом случае возможно получение приближенного решения. Точность приближенного решения зависит от выбора сетки. Для повышения точности необходимы большие вычислительные затраты и высокая квалификация специалистов.

В последние годы широкое применение для измерения температуры деталей находят экспериментальные методы, в том числе на основе телеметрических систем измерений с использованием оптического канала связи первичного преобразователя, расположенного на объекте исследования с установленной стационарно измерительной аппаратурой. Данный метод является дорогим и сложным в реализации, поскольку требует применения специального оборудования.

Альтернативным вариантом для исследования теплового состояния деталей являются методы математического моделирования. Методы математического моделирования различают по типу моделей. Для моделирования теплообмена применяются электрические, гидравлические и другие модели [1]. Электрические модели получили более широкое распространение за простоту в реализации.

Наиболее наглядными и удобными в использовании являются электрические модели тепловых процессов. Их разделяют на модели на сплошных электропроводящих средах и модели в виде электрических схем на дискретных компонентах [2].

Наиболее удобным методом для анализа теплового состояния является при-

менение метода моделирования на основе электротепловой аналогии. Электротепловая аналогия – это метод, основанный на аналогии математического описания процессов теплопроводности и электропроводности [3].

В настоящее время существует большое количество компьютерных программ, применение которых для исследования тепловых процессов существенно упрощает процедуру подготовки и проведения экспериментов, а также обработки их результатов. В отличие от моделирования на физических электрических моделях в компьютерных моделях нет ограничений на значения электрических величин. В качестве программы для моделирования тепловых процессов выбрана среда схемотехнического моделирования Micro-Cap [1, 4].

Таким образом, перспективным методом исследования теплового состояния деталей машин и механизмов является моделирование на электрических моделях, реализованных в среде Micro-Cap.

Первоначально для разработки электротепловых моделей необходимо определить объект моделирования, геометрические параметры и теплофизические параметры материалов, а также начальные и граничные условия теплообмена. В качестве объекта исследования в данной работе рассматривается поршень двигателя внутреннего сгорания (ДВС). В связи со сложной конструкцией данной детали предлагается первоначально исследовать ее упрощенный вариант (рис. 1).

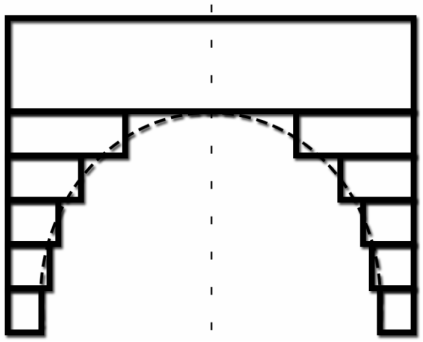


Рис. 1. Упрощенная конструкция поршня ДВС

Часть поршня можно представить в виде полуограниченной пластины. Объем объекта разбивается на элементарные объемы, каждому из которых ставится в соответствие ячейка тепловой модели из дискретных компонентов (рис. 2). Порядок составления и методика расчета параметров ячеек модели приведены в [5].



Рис. 2. Структурная схема пластины поршня: ячейки 1–17 соответствуют элементарным объемам поршня

На рис. 3 представлено полученное распределение температуры поршня с использованием разработанной модели после моделирования в среде Micro-Cap.

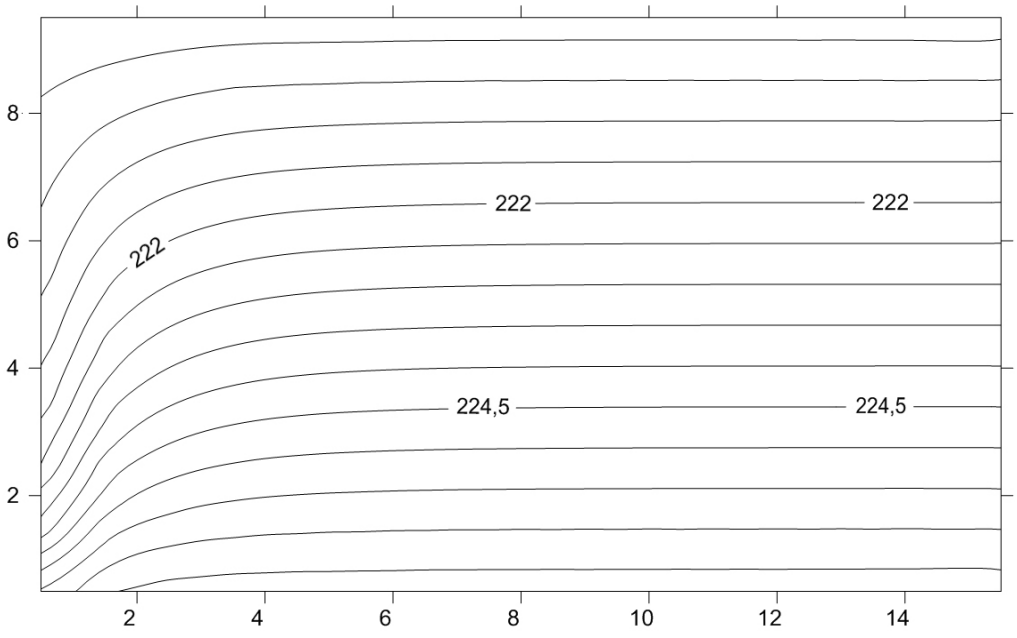


Рис. 3. Температурное поле поршня

Характер распределения температур в модели поршня соответствует характеру распределения температурных полей, приведенных в работе [6], что подтверждает адекватность разработанной модели, а также возможность применения метода электротеплового моделирования для исследования теплового состояния деталей.

Далее аналогично была разработана и исследована электротепловая модель поршня ДВС по конструкции приближенная к реальной, структурная схема которой после разбиения на элементарные объемы, представлена на рис. 4.

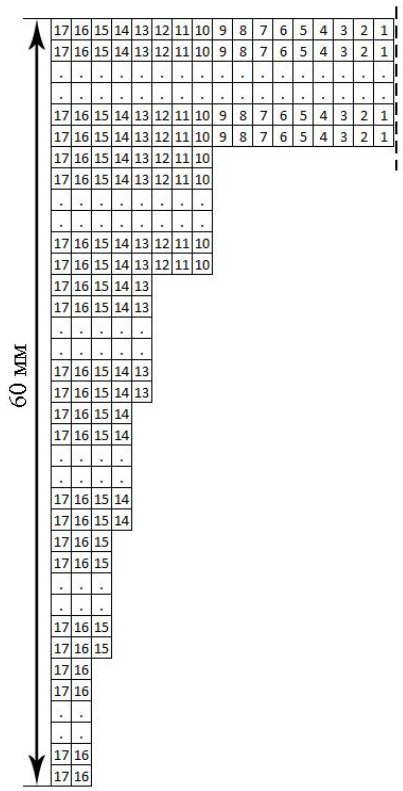


Рис. 4. Структурная схема модели поршня

По результатам моделирования в среде Micro-Cap построено температурное поле поршня (рис. 5).

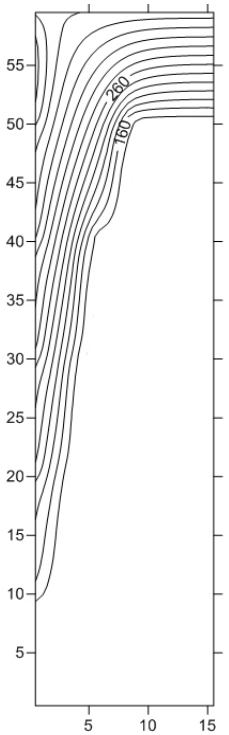


Рис. 5. Температурное поле поршня

Полученное распределение температур в поршне по абсолютным значениям и характеру изменения изотерм соответствуют результатам, полученным в работе

[6] методом электротеплового моделирования на сплошных средах. Таким образом, данный метод является перспективным для исследования влияния на тепловое состояние поршня ДВС изменения конструктивных параметров и граничных условий теплообмена.

Список литературы

1. *Куликов А. В.* Разработка малогабаритных термопреобразователей сопротивления для систем температурной диагностике в судебной медицине: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Ижевск, 2006. – 24 с.
2. *Кузьмин М.П.* Электрическое моделирование нестационарных процессов теплообмена. – М.: Энергия, 1974. – 419 с.
3. *Лыков А.В.* Теория теплопроводности // М., Высшая школа, 1967, 600 с.
4. *Амелина М.А., Амелин С.А.* Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap // Смоленск, НИУ МЭИ, 2012. – 617 с.
5. *Сяктерева В. В.* Электротепловое моделирование системы «датчик-среда» при измерении теплопроводности грунта / В. В. Сяктерева, А. А. Зылёв, В. А. Куликов // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2009. – № 2 (42). – С. 115–119.
6. *Сяктерев В. Н.* Граничные условия теплообмена поршней со стороны охлаждения. – Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства: труды III научно-технической конференции (Ижевск, 115 апреля 2006 г.) – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2007. С. 476-480.

Antipova K.S., Master's Degree Student, e-mail: antipovaks@yandex.ru;
Gorokhov M.M., DSc, Professor

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

CRM system for the medical - prophylactic institutions

Abstract: This article describes the advantage use of CRM in medical- prophylactic institutions. The purpose of this research is to review and summarize the literature on the benefits and drawbacks of systems. This article can be interesting for doctors and persons who interested innovations in medicine.

Keywords: Information technologies in medicine, medical- prophylactic institutions, CRM, the advantages of the system

The modern system of healthcare requires comprehensive automatic solutions for operational issues such as delivery of health care, financing of medical institution for economic gain.

It is possible to identify the main benefits of using information technologies:

1) automation of the work of medical staff makes it more efficient;
2) saves a significant financial investment.

Currently electronic medical card system is actively developingworldwide and ithas a great number of advantages. In Russia, competition in this market is minimal, because this trend has not spread so much. But all healthcareto translate at EMC is difficult, but to start with the individual elements of the system in hospitals and nursing homes, will allow the practice to provide a system debugging of its work, and to improve service quality and significant savings in the hospital [1].

The aim of my work is the designing of software and tool management of the complex interaction with the patients' medical facility and as a result of the formation of the medical cardof patients.

Having examined the clinical, organizational and social benefits of the system we can highlight the main advantages of automating complex systems. Clinical resultsinclude: improving the quality of medicalcare, reducing medical blunder and other improvements at the level of patient care.In the organizational results have been included such items as a result of financial and economic activities, and moreover positive feedback from patients and physicians. Social outcomes include improvements in ongoing research and improvement of patient health condition.

After analysis, it was possible to identify that at this moment in Russia there are virtually no manufacturers of such software. Prototypes of these systems exist in America, and there is a lot of competition among them, because at this stage the America's policy is aimed at the transition to a new level of healthcare. [2] The main purpose of the system is the constitution of the patient card, which will be made to consist certain data about the patient on admission, the card will be made with the words of the patient, medical records, or referral to treatment. The system reads and correlates in terms of total optimality criteria and determines which tests are different from normal.

This system is designed for Yuski sanatorium. Yuski Sanatorium providesan effective treatment of patients with local forms of tuberculosis to advance clinical care with minimal formation of residual changes. People from risk group receive restorative treatment and chemoprophylaxis against the backdrop of sanatorium factors for the prevention of tuberculosis disease. It is important to stay in the resort centers for children, because they are protected from TB infection, if it is impossible to isolate the child from TB patients in the family and for children with low material and disadvantaged social level as well. The children directed to the resort that are "at risk" for the TB in combination with other unfavorable (somatic, social, psychological) factors, as well as children who received primary treatment in a hospital (for rehabilitation measures and an anticaries) and children, received a disability due to the disease tuberculosis. [3]

With this system, doctors will see an electronic record of the patient, information on health indicators collected during patient treatment. The patient information includes demographic data of patients, improvement, problems, medicines, vital signs, past illnesses, immunizations, laboratory data, reports, roentgenogram, and record patient spent treatment, without the risk of losing or forgetting to attach some of the results.

Proceeding to the resort, the patient has a specific set of data. Medical officeradds these data into the system and stores them as data in the patient's admission,after treatment, chronicle the results of tests of the patient after treatment. Using the evaluation system we can see how the patient's condition has changed.

This system is mainly to be the basic of the sanatorium patient's data base, because using this database we are able to keep track of people at risk, as indicated by tuberculosis. It's possible to determine the circle of cases possible, to carry out an analysis of outbreaks, the widespread of the disease. Another advantage of this system is the ability of conducting research. Having the patient data stored in electronic form, it can be carried out automatic test of the quality of services provided.

The result of the work will be analysis of the best use of the system, its implementation in the work of the sanatorium and the system itself, which, if necessary, will be possible to re-adjust to the peculiarities of various medical institutions.

Список литературы

1. Борис Зингерман. Электронная медицинская карта и принципы ее организации. [Электронный ресурс] // http://www.osp.ru/ (28.03.2013).
2. NirMenachemi and Taleah H Collum. Benefits and drawbacks of electronic health record systems. // US National Library of Medicine National Institutes of Health. [Электронныйресурс] // http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ (11.05.2011).
3. Бюджетное учреждение здравоохранения Удмуртской Республики «Республиканский детский санаторий «Юськи» для лечения туберкулёзаМинистерства здравоохранения Удмуртской Республики» - [Электронный ресурс] // http://yuscki.udmmed.ru/.

Богатырев В.Д., магистрант;
Корнилов И.Г., к.т.н.

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Учебно-методический комплекс по предмету математическая логика и теория алгоритмов

Аннотация: Описаны результаты разработки панели управления и первых заданий клиент-серверного учебно-методического комплекса по предмету математическая логика и теория алгоритмов. Приводится описание выбранного ПО и инструментов разработки.

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, млита, клиент-серверное приложение, laravel, тестирование

С развитием информационных технологий значительно меняются методы проверки знаний. Бумажное тестирование уже нельзя назвать удобным, поэтому ему на смену приходит современное программное обеспечение, которое помогает качественно оценить уровень знаний и оперативно обработать результаты. В качестве такого программного обеспечения используются электронные учебно-

методические комплексы (УМК). Это совокупность методических материалов, инструментов для обучения и контроля.

Основная цель создания УМК – удобный доступ ко всем материалам по изучаемому предмету для возможности самостоятельного изучения, промежуточная и итоговая оценка знаний.

Найденные аналоги УМК по предмету МЛИТА дают малый набор возможностей, не имеют гибких настроек, требуют специфических знаний этих систем для разработки.

Плюсы электронного УМК по сравнению с обычным тестированием:

1. Преподавателю не нужно тратить время на выдачу и сбор заданий
2. Повышенная защита от жульничества
3. Исключается человеческий фактор при проверке заданий
4. Возможность удаленного обучения и контроля знаний

Разработка приложения составила несколько этапов:

1. Выбор архитектуры
2. Поиск программного обеспечения
3. Поиск инструментов для разработки
4. Написание кода

Наиболее удобной для такого рода приложений является клиент-серверная архитектура. В качестве клиента будет выступать браузер. Таким образом программное обеспечение будет находиться в единственном экземпляре на сервере, а студенты будут получать доступ к необходимой информации или проходить проверку знаний через стандартный инструмент любой операционной системы.

Плюсами такой архитектуры в нашем случае являются:

1. Отсутствие большого количества запускаемых приложений. Это повысит качество отладки кода и снизит сложность сбора технической информации о работе комплекса.
2. Все вычисления будут производиться на сервере, а значит системные требования к клиентским машинам будут снижены. Также не нужно будет отдельно настраивать ПО на каждом компьютере.
3. Тестируемым сложнее нарушить работу приложения или использовать ошибки в своих целях, т.к. исходный код находится на сервере.

В качестве языка разработки был выбран PHP. Изначально использовалась версия 5.6, но т.к. не использовались какие-то специфические расширения, то был осуществлен переход на PHP7. По сравнению с в 5.6, 8 7 версии время на выполнение кода тратится в 2 раза меньше.

В качестве http сервера можно использовать как Apache2, так и Nginx. Для хранения данных предлагается использовать MySQL сервер. Предпочтительнее версия 5.7, т.к. в ней появилась поддержка типа данных json.

В любом приложении, созданном на любом языке, можно найти операции, которые замедляют его работу. Одним из таких примеров являются SQL запросы. Результат некоторых запросов можно использовать повторно, иногда и продолжительное время. При наличии Memcache используется кеширование в оперативную память, в ином случае кеширование на жёсткий диск.

Для увеличения скорости разработки решено использовать framework Laravel5. На сегодняшний день среди десятка различных фреймворков сложно найти лидера. Каждый имеет свои плюсы и минусы. Конкретно Laravel выделяется тем, что:

1. Не требует дополнительной настройки после установки
2. Может асинхронно в фоновом режиме выполнять длительные задачи
3. Поддерживает unit-тестирование «из коробки»
4. В него легко интегрируются дополнительные пакеты сторонних разработчиков
5. Имеет очень удобный инструмент для работы с базой данных

Внешний вид оформлен с использованием шаблонов Almsaeed AdminLTE и доработанными каскадными таблицами стилей.

Само приложение делится на две части: Панель управления (рис.1) и Личный кабинет (рис. 2). В панели управления преподаватель может создавать новые группы студентов, выдавать им задания и смотреть результаты. Для ограничения доступа к персональным данным и настройкам используется так называемый Access Control List (ACL). Реализован он при помощи таблиц базы данных Roles, Permissions, Users и вспомогательных таблиц «многие ко многим». Проверка доступа осуществляется в Middleware. Это такие слои фильтров, которые имеют доступ ко всем данным http запроса и выполняются до логики приложения. Позволяя выполнить различные проверки и обработки.

На данный момент есть задания на построение таблиц истинности, ДНФ, КНФ, СКНФ, СДНФ по логическому выражению. Для каждого студента генерируется свое уникальное задание по параметрам, указанным преподавателем, и закрепляется за ним в базе данных. Построение формулы происходит в несколько этапов: установка операторов, операндов, скобок, отрицаний.

В личном кабинете студент после авторизации видит карточки заданий. Карточка содержит название, краткое описание, ссылку на материалы по заданию (теория и примеры) и статус (доступно, начато, пройдено). Генерация задания начинается в тот момент, когда студент первый раз начинает выполнение. Так как оно закрепляется за ним, то в случае, если тестирование прервется по каким-то причинам, в следующий раз студент увидит это же задание, если преподаватель не отдаст команду в ручном режиме на генерацию нового. В момент формирования страницы в браузере студента, сервер в фоновом режиме сам находит решение и записывает его в базу данных. Для текущих заданий это сводится к нахож-

дению обратной польской записи (опз), всех возможных значений состояния операндов, прогон значений через опз, соединение ответов в единую таблицу.

После того, как студент отправит ответ на задание, система приведет его к нужному формату, сверит со своим ответом и сообщит результат студенту с преподавателем.

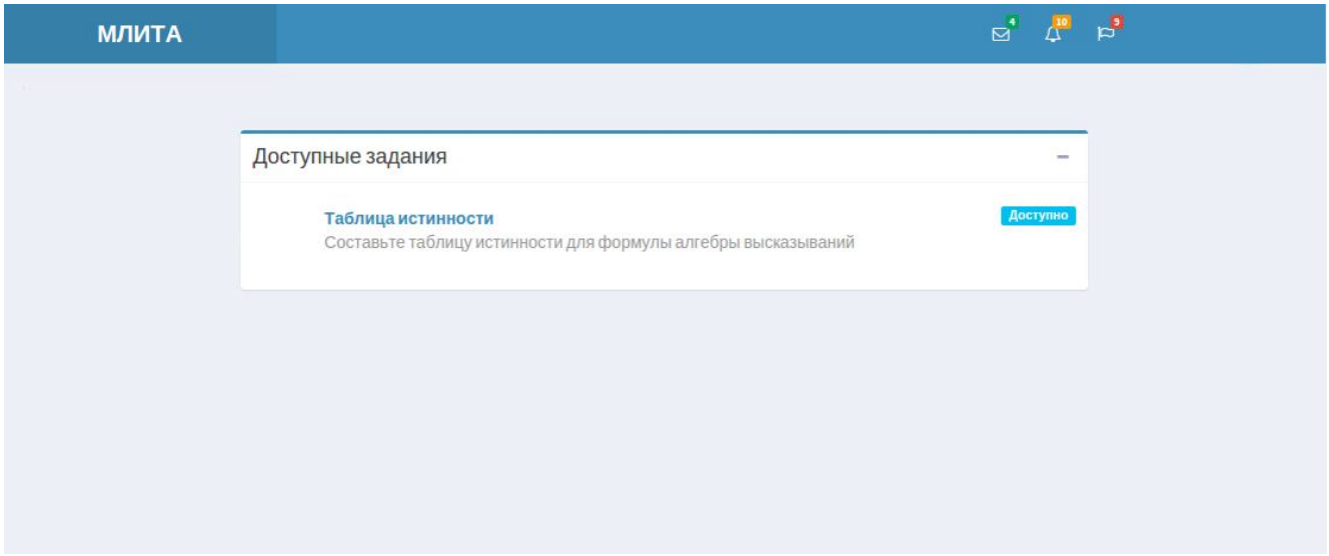


Рис. 1. Личный кабинет

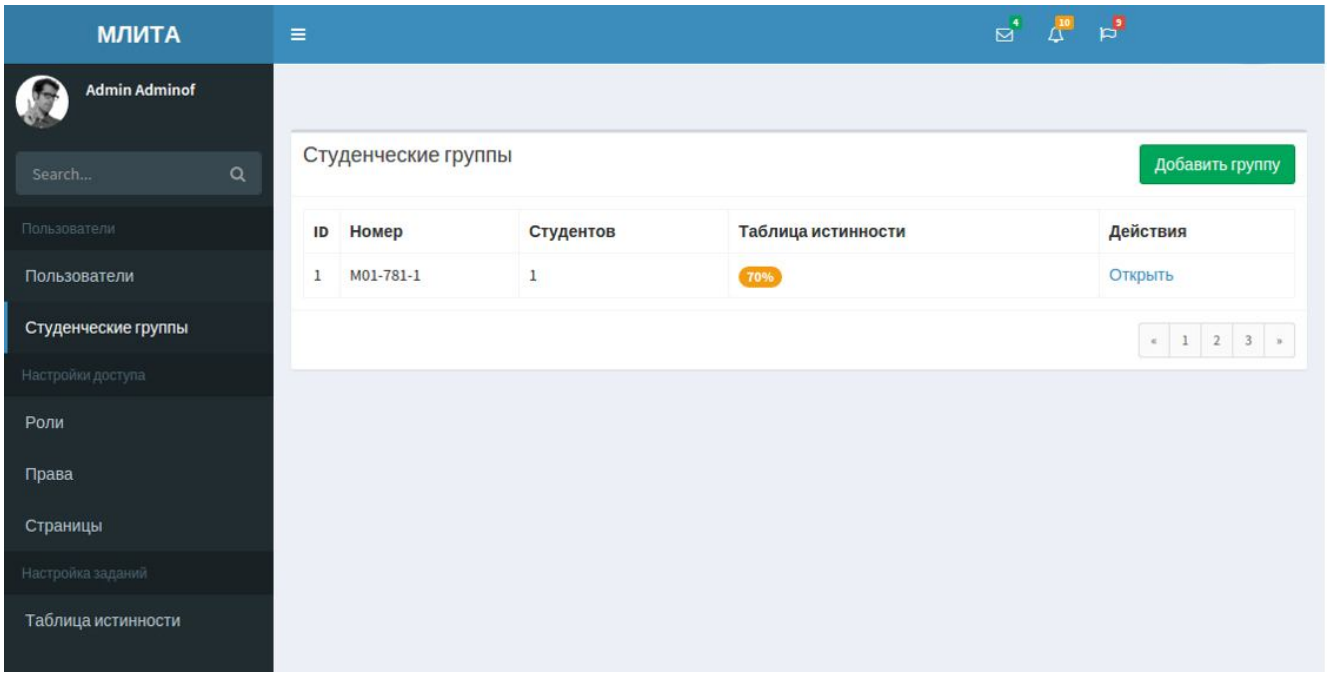


Рис. 2. Панель администратора. Список групп.

Derendyaev P.A., Master's Degree Student;
Gorokhov M.M., DSc, Professor

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Information system planning resource medical-prophylactic institution

Abstract: The paper discusses the concept of medical information systems, medical information systems, children's anti-tuberculosis sanatorium "Yuski", the need to automate business processes resources planning of the sanatorium, the tasks to implement the development of an information system.

Keywords: MRP, medical information systems, resources planning.

Nowadays in health service, there are different methods in information processing. These methods can be simple punched cards and the supercomputers. During evolution of computer introduction, means of communication and various office mechanization facilities in health service and medicine, there was a transition from the single operation of individual devices for constant use of complex systems based on them. There are being developed various information systems that integrate software, mathematical methods and technical means. They help provide the correct sequence of interactions to solve important problems in the field of medicine and in branch of technology [1].

Domestic scientists of cybernetic such as N. A. Amosov, V. D. Zhukovsky and others gave a definition of medical information system. It is a form of organizational activity in medicine and health service, which unites physicians, mathematicians, engineers, technicians with hardware outfit and provides the collection, storage, processing and delivery of information in various fields in the process of solving certain problems [1].

Medical information systems can be divided into three groups. It depends on sphere applying, aims and tasks. The first group is used by information service. It is intended for search and modification necessary information in databases, as well as the documents are formed [1].

The second group of systems is an information-logical system. It is able to modify the information that is located in data store. The system is also able to create information that was not available in the data array. It is used for diagnosis and monitoring of the human body. The third group of systems is an automated control system. It helps to process information and organize it in a data set. Due to these systems, control of many processes of health care institutions becomes automatical [1].

In modern world, more and more companies try to automate their management activities, and administrations of hospitals try do the same. Specialists of information technologies decided to develop software and tools of MRP complex automation of business processes of health care settings for medical institutions to plan resources with the help of an automated information system. This system solves one of the main issues of both commercial and state-financed organizations, namely it is the determination of the cost of an optimal treatment of the patient for saving resources of an institution.

MRP (Material Requirements Planning) is a system that allows planning material requirements and resources. It has a great application in enterprises of various sectors of the economy on early stages. Process automation will allow unifying the software for use in both private and public health care facilities [2].

Having studied the market of software, we can safely conclude that the absence of a competitive software product for automation of the business processes of medical institutions for treatment of tuberculosis allows the development of software and tools that automate management work.

As an example of automating business processes was selected Budget Institution of Public Health Service of the Udmurt Republic Republican children's sanatorium "Yuski" for the treatment of tuberculosis of the Ministry of Health Service of the Udmurt Republic. Current conditions allow sanatorium to perform effective treatment of children with low degrees of tuberculosis before proceeding to clinical cure with formation of the smallest residual changes. Children from risk group get restorative treatment and chemoprophylaxis of eleminating tuberculosis disease in the background sanatorium factors. Persons in the sanatorium from the hotbeds of tuberculosis infection are of particular importance to protect them from infection when it is impossible to isolate the child from tuberculosis patients in the family and for children with low financial situation and disadvantaged social level [3].

Usually the sanatorium receives children up to 14 years from "risk groups" with the tuberculosis disease, together with other harmful (psychological, somatic, social) factors, as well as children who have received the basic course of hospital treatment (for rehabilitation and an anti-relapse courses), and children who are disabled because of TB disease. [3].

The main mission of the sanatorium is a complex rehabilitation of children from the contingents of antituberculosis agencies, including the treatment of the various manifestations of TB infection, systemic diseases, and psychological adjustment, social adjustment and early vocational guidance [3].

The sanatorium problem is inability of the sanatorium storage and operating data about resources in a computerized component. Impossibility of planning leads to extra budget costs and distribution tracking causes difficulty in the analysis of the statistics used resources. For the development of an automated Information system planning resource medical-prophylactic facility were set following tasks:

1. Studying of the Enterprise Architecture.
2. Research in business processes of the facility.
3. Analytical review of similar solutions.
4. Writing technical specifications.
5. Review of architecture and software tools
6. Construction of ER-model and data analysis [4].
7. The architecture of the database.
8. Construction of the UML-model, subsystem reporting, interface [5].
9. The introduction of Information system (deployment diagram, to the PAT requirements, the definition of cost).

Being developed information system resources planning medical facility in the first place will allow to determine the optimum cost of the treatment of patients, in order

to avoid unnecessary use of resources, cost and the need for medical procedures, as well as economical to plan each of the resources, reaching the most appropriate treatment, using only the necessary resources.

Список литературы

1. Энциклопедия: информация [Электронный ресурс]// На здоровье: [сайт]. [2015]. URL: http://www.nazdor.ru/ (дата обращения 16.09.15) [1].
2. Основы систем класса MRP-MRPII [Электронный ресурс]// Корпоративный менеджмент: [сайт]. [2015]. URL: http://www.cfin.ru/ (дата обращения 20.09.15) [2].
3. Общие сведения [Электронный ресурс]// БУЗ УР РДС Юськи: [сайт]. [2015]. URL: http://yuscki.udmmed.ru/ (дата обращения 12.10.15) [3].
4. ER-модель [Электронный ресурс]// Кафедра анализа данных и исследования операций: [сайт]. [2015]. URL: http://kek.ksu.ru/ (дата обращения 12.10.15) [4].
5. Блинов И.Н., Романчик В.С. - UML-проектирование систем реального времени па-раллельных и распределенных приложений. Минск: Издательство Четыре четвер-ти, 2011, 896 с.

Зайцева Е.М., к.пед.н., доцент, e-mail: em_zaytseva@yahoo.com;
Королев Н.А., студент;
Раев А.С., студент,

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Использование информационных технологий в процессе проектирования радиоэлектронных средств

Аннотация: Статья посвящена вопросу создания интерактивного электронного учебного пособия по дисциплине «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных средств».

Ключевые слова: компьютерное проектирование радиоэлектронных средств, интерактивное учебное пособие для самостоятельной работы студентов, этапы опытно-конструкторских работ.

В Ижевском государственном техническом университете дисциплина «Основы компьютерного проектирования радиоэлектронных средств» входит в учебный план направления подготовки 11.03.01 «Радиотехника» и специальности 11.05.01 «Радиоэлектронные системы и комплексы». Федеральными государственными образовательными стандартами определены требования к выпускнику в виде списка компетенций, важнейшими из которых являются: владение навыками схемотехнического моделирования и выполнения математических расчетов с использованием прикладных программных продуктов.

Более 80% студентов обучается по направлениям ведущих предприятий города Ижевска и Удмуртской Республики, которые требуют от выпускников зна-

ния особенностей работы инженера на всех этапах опытно-конструкторских работ (ОКР) и критерии выбора необходимых программных средств.

Опыт показывает, что не все студенты знают о роли инженера в процессе выполнения ОКР и особенностях выбора программ при выполнении этапов разработки радиоэлектронной аппаратуры.

Эту проблему можно разрешить следующими способами:

1. Внесением изменений в рабочие программы учебных дисциплин с дальнейшей переработкой лекционного материала.
2. Созданием подробного методического пособия.

В связи с тем, что по дисциплине «Основы компьютерного проектирования РЭС» небольшая аудиторная нагрузка, так как на лекционные занятия отводится 18 часов, то коррекция содержания лекционного материала невозможна. Таким образом, решить задачу можно за счет разработки интерактивного учебного пособия для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы компьютерного проектирования РЭС».

На кафедре «Радиотехника» с 2010 года ведется работа по подготовке электронных учебных пособий [4, 5], которые используются при обучении студентов.

В процессе разработки пособия для самостоятельной работы студентов выполнены следующие этапы:

- Подбор и изучение учебного материала и нормативных документов, в соответствии с которыми выполняются этапы опытно-конструкторских работ;
- Выбор программы для создания учебного пособия;
- Определение структуры пособия, формирование содержания;
- Создание электронного учебного пособия с использованием средств информационных технологий;
- Разработка таблицы, отражающий перечень программных средств, используемых инженером в процессе выполнения основных этапов ОКР;
- Оформление пособия, формирование списка литературы и контрольных вопросов по учебному материалу;
- Экспертиза учебного пособия.

Данная работа проведена студентами кафедры «Радиотехника» ИжГТУ имени М.Т.Калашникова.

В процессе создания интерактивного учебного пособия для самостоятельной работы студентов использованы нормативные документы, регламентирующие порядок проведения опытно-конструкторских работ [1, 2, 3]. Учебное пособие выполнено в программе Microsoft PowerPoint с использованием технологии гиперссылок. Оно содержит введение, структурированную основную часть, список литературы и представляет собой интерактивную презентацию.

В работе приведен алгоритм разработки РЭС, а также таблица, содержащая перечень программ, используемых инженером на этапах выполнения ОКР. Дается краткое описание возможностей программных средств, используемых, при разработке РЭС.

Пособие содержит фотографии, образы экрана, иллюстрирующие работу программных средств, а также список литературы и контрольные вопросы по

учебному материалу. На слайдах имеются ссылки на сайты разработчиков программных продуктов, базы данных нормативных документов, патентов и т.д.

В настоящее время проводится апробирование в учебном процессе и экспертиза разработанного информационного ресурса, по результатам которой, будет проводиться регистрация методического пособия.

В заключении следует отметить, что данное интерактивное учебное пособие позволит повысить качество обучения студентов направления подготовки «Радиотехника» и специальности «Радиоэлектронные системы и комплексы», а также найдет применение при проведении профориентационных мероприятий в школах и учебных заведениях системы среднего профессионального образования города Ижевска и Удмуртской Республики.

Список литературы

1. Библиотека ГОСТов и нормативных документов. [Электронный ресурс]: URL: http://libgost.ru/. (Дата обращения 10.03.2016).
2. Открытая база ГОСТов. [Электронный ресурс]: URL: http://standartgost.ru/. (Дата обращения 10.03.2016).
3. Патентные базы данных. [Электронный ресурс]: URL: http://lib.muctr.ru/patentnye-bazy-dannyh. (Дата обращения 10.03.2016).
4. *Сидорина В.А.* Использование электронных учебных пособий в техническом университете / В.А. Сидорина, Е.М. Зайцева. // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. Москва, 2013. № 11-2. С. 222-224.
5. *Маркитонов А.Ю.* Создание базы технических терминов, представленной в оболочке электронного словаря ANYLEXIC/ А.Ю.Маркитонов, А.А. Мальцева, А.Н. Копысов, Е.М.Зайцева. // Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. Сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием: электронное научное издание — 2015. — С. 317-320. [Электронный ресурс]: URL:http://elibrary.ru/item.asp?id=15843368. (Дата обращения 10.03.2016).

Морозов А.В., студент;
Андрюхина Т.Н., к.п.н., доцент, *e-mail:* tat9168.1@yandex.ru

ФГБОУ ВО «СамГТУ»

Роль содержательно-знаковой наглядности при проведении лабораторных работ

Аннотация: Использование всего многообразия средств наглядности обеспечивает повышение компетентности будущих специалистов и бакалавров, качество их подготовки. Необходимость наглядности при обучении студентами устанавливает переход от чувственного восприятия к абстрактному мышлению в процессе получения знаний. Рассмотрена суть понятия «содержательно-знаковая наглядность». Установлена дидактиче-

ская ценность средств содержательно-знаковой наглядности. Представлен опыт использования на лабораторных занятиях по компьютерному моделированию алгоритмов, как одного из видов содержательно-знаковых средств наглядности. При выполнении лабораторных работ студенты на первоначальном этапе построения чертежей деталей и построения их моделей руководствуются подробными алгоритмами, разработанными преподавателями. При выполнении самостоятельной работы и отчета по выполнению работы алгоритмы разрабатываются студентами самостоятельно. Проводится сравнение алгоритмов нескольких студентов, отмечаются достоинства и недостатки, подчеркивается простота или сложности в реализации предложенных алгоритмов. Представленный в статье краткий алгоритм создания кинематических элементов детали «Патрубок» из электронного учебника иллюстрирует процесс создания чертежа и поэтапный процесс построения детали. Содержательно-знаковые средства обучения, представляющие учебный материал в виде подробных алгоритмов построения деталей являются важными в условиях развития творческого мышления у студентов не только на лабораторных занятиях, т.к. без представления в виде мыслительного образа студентами о конечном виде детали, выполнить построение оказывается достаточно сложно.

Ключевые слова: Наглядность, содержательно-знаковая наглядность, алгоритм, алгоритм построения, учебный материал, лабораторная работа, построение детали.

Использование содержательно-знаковой наглядности является одной из важнейших составляющих процесса обучения в вузе. Повышение компетентности будущих специалистов и бакалавров, качество подготовки основываются на возможности использования всего многообразия средств наглядности. Необходимость наглядности при изучении студентами специальных дисциплин и дисциплин специализации устанавливает переход от чувственного восприятия к абстрактному мышлению в процессе получения знаний.

В.Н. Анискин содержательно-знаковую наглядность трактует, опираясь на работы В.А. Бетева, как «возможное изображение в знаковой, вербальной или графической формах основного содержания рассматриваемого учебного материала вместе с дополнительными сведениями, призванными усилить степень эмоционального воздействия обсуждаемых элементов физического знания на развитие личности обучаемого» [1, 2].

Н.Б. Попова в своей работе подходит к определению содержательно-знаковой наглядности в учебном материале с двух позиций [3]. Учебные содержательно-знаковые средства наглядности с позиции их структуры, по мнению автора, могут быть представлены как средства, которые передают изучаемые объекты с помощью знака в условной абстрагированной форме, а их содержание закодировано в структуре методологической программы познавательной деятельности. Или, с точки зрения познавательной деятельности, определяются как символическая наглядность, посредством которой можно отразить наиболее общие, внутренние, существенные связи между явлениями, направления этих связей, раскрыть структуру явлений и понятий, их характерные особенности, развитие и взаимозависимость понятий, причин и следствий, законов.

Значимыми дидактическими характеристиками средств содержательно-знаковой наглядности являются [3]:

- подключение студентов в познавательный процесс получения новых знаний;

- являются основой организации самостоятельной и творческой работы студентов при изучении различных курсов дисциплин;

- отражение результатов выполненной деятельности и критериев сформированности различных типов мышления;

- актуализация функции принципа самостоятельности и наглядности в системе развивающего обучения;

- уменьшение нагрузки на память студентов и др.

Отметим, что в результате взаимодействия всех составных элементов содержательно-знаковой наглядности в учебном материале возникает положительный или отрицательный синергетический эффект, т.е. если структурные элементы не взаимодействуют между собой, то возникает отрицательный синергетический эффект, если адекватны - положительный.

Например, при несоответствии между устаревшими и новыми видами учебного материала - возникает отрицательный синергетический эффект, и суммарный результат применения разнообразных средств наглядности учебного материала будет гораздо меньше, чем в отдельности. Если материал новый, отвечает последним требованиям техники и технологий, но преподаватели его реализующие в учебном процессе, неквалифицированные – может возникнуть отрицательный синергетический эффект.

Интересным представляется деление знаково-символических средств на виды по характеру их предназначения [3]. В высшей школе предусматривается интенсивное использование в учебных материалах всех видов содержательно-знаковой наглядности, что содействует организации точных представлений об изучаемых явлениях и окружающем мире, а так же формированию соответствующих базовых и профессиональных компетенций обучающихся.

Одним из распространенных для использования в вузе являются содержательно-знаковые средства наглядности, которые представляют собой алгоритмы. Алгоритмами называют инструкции к выполнению отдельных операций и действий, описывающие вопросы осваиваемой темы. Эти средства обеспечивают порядок работы студента, который приводит к верному результату. Эти средства наглядности называются алгоритмами научения.

Примером реализации данного вида содержательно-знаковой наглядности могут служить алгоритмы построения моделей, предлагаемые на лабораторных занятиях по курсу «Компьютерное моделирование» на кафедре «Автоматизированные станочные и инструментальные системы в машиностроении» Самарского государственного технического университета [4-6].

Данная дисциплина изучается студентами направления 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств» на втором курсе. На каждой лабораторной работе студентам предлагается выполнить построения последовательно плоского чертежа и построить трехмерную деталь в одной из программ для моделирования: Компас 3D, Solid Works и др. Алгоритм построения представляет собой иллюстрированный перечень позиций с текстовым описанием процесса построения.

При выполнении лабораторных работ студенты на первоначальном этапе построения чертежей деталей и построения их моделей руководствуются подробными алгоритмами, разработанными преподавателями, в дальнейшем как самостоятельная работа и отчет по выполнению работы алгоритмы разрабатываются студентами самостоятельно, проводится сравнение алгоритмов нескольких студентов, отмечаются достоинства и недостатки, подчеркивается простота или сложности в реализации предложенных алгоритмов.

Краткий алгоритм создания кинематических элементов деталей в электронном учебнике по дисциплине «Компьютерное моделирование» в программе Компас 3D иллюстрирует процесс построения детали «Патрубок»:

А. Построение основания детали

1. Создайте новый эскиз на фронтальной плоскости XY.

2. Из начала координат с помощью команды «Непрерывный ввод объектов» постройте ломаную линию 0 -1 – 2 - 3 (рис. 1, разработано автором).

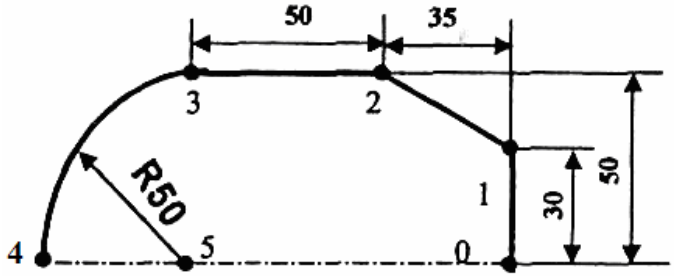


Рис. 1. Эскиз для построения контура детали

3. Назначьте отрезкам 0 - 1 и 2 - 3 соответственно вертикальную и горизонтальную ориентацию, выбрав соответствующие команды на странице «Параметризация» .

4. Проставьте линейные размеры .

5. Постройте дугу 3 - 4, касательную к отрезку 2 - 3. Для этого нажмите кнопку «Дуга, касательная к кривой». Укажите отрезок 2 - 3, затем начальную точку 3 дуги. Положение конечной точки 4 укажите произвольно.

6. Нажмите кнопку «Выровнять точки по горизонтали» на странице «Параметризация» и укажите точку 0 начала координат эскиза.

7. Нажмите кнопку «Запомнить состояние» и укажите точки 4 и 5 дуги. Чтобы указать точку 5 необходимо нажать кнопку «Указать объект» на «Панели специального управления». Мишенью укажите сначала дугу, а затем саму точку.

8. Проставьте свободный радиальный размер.

9. Стилем линии «Осевая» постройте отрезок 0 - 4, который будет выполнять роль оси вращения. Закройте эскиз

10. На Инструментальной панели построения детали нажмите кнопку «Операция вращения» на «Панели расширенных команд» создания основания детали.

11. В диалоговом окне «Параметры» установите тип вращения «Сфероид», задайте угол вращения 360°. В специальной вкладке отключите построение Тонкой стенки. Нажмите кнопку «Создать» и т.д.

В результате выполнения алгоритма построения детали полностью, обучающиеся в окне модели получат изображение, аналогичное представленному на рис. 2 (разработано автором) [7].

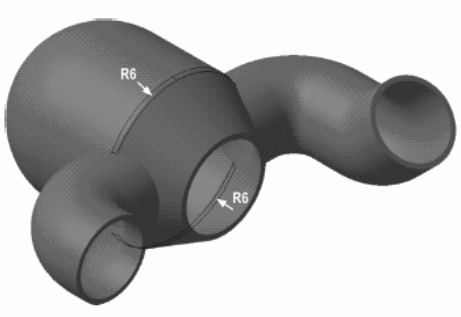


Рис. 2. 3D вид детали Патрубок

Содержательно-знаковые средства обучения, представляющие учебный материал в виде подробных алгоритмов построения деталей являются важными в условиях развития творческого мышления у студентов не только на лабораторных занятиях, т.к. без представления в виде мыслительного образа студентами о конечном виде детали, выполнить построение оказывается достаточно сложно.

Список литературы

1. Анискин, В.Н. Компьютерная графика как перспективный способ реализации содержательно-знаковой наглядности и формирования технологической культуры учителя физики / Содержательно-знаковая наглядность в творческом преподавании физики: Доклады международной научной конференции 28-29 ноября 2003 года, Самара. - Самара: Изд-во Сам ГПУ, 2003
2. Анискин В. Н. и др. Компьютер как средство управления в педагогических системах: проблемы моделирования информационных связей. [Текст] Самара, 1993.
3. Попова Н. Б. Теоретико-методологические основы содержательно-знаковых средств наглядности [Текст] / Мир науки, культуры, образования. Выпуск № 1, 2011.
4. Андрюхина Т.Н. Применение информационных технологий в рамках компетентностной модели подготовки специалиста [Текст] // Всеросс. заочн. интернет конф. «Формирование компетенций в образовательном процессе». Москва: МГГУ им. Шолохова, 2012.
5. Андрюхина Т.Н. Проектирование электронного учебного пособия для подготовки специалистов транспортного направления [Текст] // II Всеросс. науч.-практич. конф. «Электронное образование в России: опыт, проблемы, перспективы». - Казань: МБОУ Гимназия №18, 2013.
6. Андрюхина Т.Н. Применение интерактивных форм обучения при подготовке специалистов автомобильного транспорта [Текст] / Вестник СамГТУ: Серия «Психолого - педагогические науки». – Самара: Изд-во СамГТУ. – 2014. - выпуск № 1 (21). С. 6-11.
7. Создание типовых чертежей деталей в Компас [Текст]. Андрюхина Т.Н., Никишов О.В. Метод. указ. к лаб. раб. Самара: СамГТУ, 2015.

Богатырев В.Д., магистрант

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Обзор PHP фреймворка Laravel5

Аннотация: В статье приведен обзор PHP фреймворка Laravel5 для быстрой и удобной разработки вэб-приложений. Описание структуры, плюсов и минусов: контроллеры, модели, шаблонизатор, миграции, пакетные расширения.

Ключевые слова: laravel, php, mvc, фреймворк, разработка

Современную разработку на PHP сложно представить без использования библиотек и фреймворков. Они помогают сосредоточиться на основной логике приложения и берут рутинные задачи на себя. Одним из наиболее активно развивающихся фремворков на PHP является Laravel. Первая версия была выпущена в 2015 году Тэйлором Отвелом. На текущий момент есть две актуальных версии 5.1LTS – версия с долгосрочной поддержкой, получающая только важные улучшения и 5.2, содержащая самые новые возможности.

Для управления приложением Laravel предлагает нам интерфейс командной строки Artisan. Это мощный инструмент, который позволяет создавать скелеты файлов, управлять кэшем, базой данных и многим другим.

Основа всей бизнес-логики приложения находится в контроллере. Контроллеры определяют какие нужны данные для формирования страниц и как они должны быть сформированы. Помимо стандартного функционала любого современного web-фреймворка В Laravel есть контроллеры ресурсов, что помогает быстро и удобно формировать RESTfull сервисы:

php artisan make:controller MyController –resource.

Эта команда создаст контроллер с набором методов соответствующих методам http протокола.

Таблица. **Actions, в контроллере ресурсов.**

Http метод	Адрес	Действие
GET	/my	Вывод список ресурсов
GET	/my/create	Вывод формы создания нового ресурса
POST	/my	Сохранение ресурса с параметрами из формы
GET	/my/{id}	Вывод информации о конкретном ресурсе
GET	/my/{id}/edit	Вывод формы редактирования нового ресурса
PUT/PATCH	/my/{id}	Обновление ресурса с параметрами из формы
DELETE	/my/{id}	Удаление ресурса

Данные, которые выводятся в контроллерах, находятся в моделях, которые используют для связи с базой данных Active Record. Для каждой таблицы создается свой специальный класс, являющийся ее представлением. Каждый объект этого класса соответствует одой записи, при создании и сохранении нового объ-

екта добавляется новая строка в таблицу, в аргументы объекта считываются соответствующие поля таблицы. Laravel имеет свой собственный ORM, назыаемый Eloquent. Он позволяет делать сложнейшие запросы к БД не заботясь о правильности синтаксиса и SQL-инъекциях и имеет очень хорошую читаемость кода. С его помощью очень легко реализовывать отношения один ко многим и пр. Имеется поддержка жадной загрузки – когда нам нужно загрузить не только саму запись но и относящиеся к ней поля других таблиц мы можем легко это сделать при помощи команды with:

$books = Book::with('authors', 'redactors')->get();

Данная команда загрузит список всех книг вместе со списком авторов и редакторов за один запрос.

При активной разработке, особенно в команде, структура базы данных может меняться довольно быстро. Для поддержания единой структуры у всех разработчиков в Laravel есть система миграций и сидов. Миграции – это классы которые содержат в себе два метода для внесения и отката изменений структуры базы данных.

Например код:

```
Schema::create('bears', function(Blueprint $table)
{
    $table->increments('id');
    $table->string('name');
    $table->string('type');
});
```

Создаст таблицу bears с полями id, name, type. Чтобы такая таблица появилась у других разработчиков, им необходимо выполнить консольную команду *php artisan migrate.* Также можно показать другим разработчикам пример данных, которые могут находится в таблице создав «сид» - класс, заполняющий соответствующую таблицу данными сразу после миграции.

После того, как контроллер получил необходимые данные через модель, он передает их во view. В Laravel для построения html страницы используется шаблонизатор Blade. В шаблонизаторе вместо обычного вывода через <?php ?> теги используются специальные команды. Например стандартный вывод

```
<ul>
    <?php foreach($users as $u) : ?>
        <li><?php echo $u->name; ?></li>
    <?php endforeach; ?>
</ul>
```

С использованием Blade выглядит так:

```
<ul>
    @foreach($users as $u)
        <li>{{ $u->name }}</li>
    @endforeach
</ul>
```

Дополнительным плюсом будет то, что современные IDE будут подсвечивать такой синтаксис иначе, поэтому найти необходимый код в большом шаблоне станет намного проще.

Разработчикам часто необходимо повторять какие-то части кода. Например, управление фотографиями, автоматическое построение списков, генерация форм. Конечно, можно копировать код, но это неудобно и может вызывать ошибки. Код будет улучшаться, но в старых проектах обновить его будет сложно. Laravel поддерживает и использует сам (какая-то часть фреймворка основана на коде из других) Composer – менеджер зависимостей. Это библиотека из множества php пакетов, которые в любой момент можно подключать к своему проекту, расширяя функционал, а их обновление до новых версий выполняется одной командой – *composer update*. Будущее PHP за модульностью, когда различные логические части программ будут как можно менее независимы друг от друга и смогут легко встраиваться в различные приложения. Это позволит сфокусироваться на разработке уникальной бизнес-логики приложения, избегая повторной разработки того, что было сделано большое количество раз вами или другими разработчиками.

Рассмотрим также недостатки Laravel. Наверное, один из главных – активная разработка. Новый функционал добавляется очень быстро, иногда нарушая обратную совместимость во избежание нагромождения ненужного кода. Разработка фреймворка ведется только одним человеком и только он принимает решение – что будет с новой версией. Не совсем удобный скелет приложения – когда проект сильно разрастается, в нем становится сложно перемещаться. Конечно, структуру можно настроить так как удобно разработчику, но для этого необходимо иметь определенные знания, писать инструкцию и документацию. В 5ой фреймворка отсутствует ранее стандартный пакет для управления формами. Теперь его нужно устанавливать самостоятельно, а после выхода новой версии совместимость может быть установлена не сразу.

В итоге Laravel – современный фреймворк, которым заинтересовалось большая аудитория разработчиков. Он предназначен для быстрой разработки и запуска новых проектов за счет того, что берет на себя заботу о большом наборе стандартных функций. Но из-за того, что он очень быстро развивается его сложно использовать в проектах, которые нуждаются в повышенной отказоустойчивости.

Список литературы

1. Laravel - The PHP Framework For Web Artisans [Электронный ресурс]. – URL: https://laravel.com/ (Дата обращения: 24.04.2016).
2. Laravel — Википедия [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Laravel (Дата обращения: 24.04.2016).
3. Архитектура сетей - URL: http://sernam.ru/book_icn.php?id=5 (Дата обращения: 30.04.2016).

Раздел 4. Приборостроение

Содержание

Булдакова И.В., Волкова Л.В., Синцов М.А., Недзвецкая Е.В. Определение механических напряжений в рельсах акустоупругим способом 326

Ворожцов А.В., Моченов С.В. Разработка системы контроля напряжения аккумуляторных батарей с передачей информации по универсальной измерительной магистрали 331

Гайсин Р.А., Усольцев В.П. Выбор материала и технологии для достижения и поддержания высоких художественных характеристик изделия 337

Земсков Т.И., Злобин Д.В., Зверев Н.Н. Прибор для измерения скорости ультразвуковых колебаний методом автоциркуляции импульсов 341

Злобин Д.В., Богдан О.П., Климова А.А., Волков В.В. Исследование амплитудно-частотных и электрических характеристик пьезопластины нагруженной на различные среды 344

Злобин Д.В., Волкова Л.В., Гущина Л.В. Исследование чувствительности биморфных пьезопреобразователей для решения задач электронной аускультации 350

Злобин Д.В., Гущина Л.В. Акустические преобразователи для контроля линейно-протяженных объектов крутильными волнами 354

Костромин А.Д., Стародубцева В.А. Анализ энергетических режимов работы тягового электропривода гибридного автомобиля 358

Мельников А.В., Стародубцева В.А. Анализ возможности перевода электрического привода в устойчивый режим работы 364

Нафикова С.Ф., Богдан О.П. Оценка безопасности применения контрастных веществ в ультразвуковой допплерографии 368

Петров К.В., Муравьева О.В., Егоров Д.А. Моделирование магнитного поля и поля вихревых токов проходного преобразователя в программной среде COMSOL Multiphysics 374

Стрижак В.А., Тапков К.А. Схемотехника модернизированного течеискателя 380

Уржумцев К.А., Мурашов С.А. Исследование резонансных частот при возбуждении крутильных волн в трубах малого диаметра и прутках 384

Фоминых Р.Л., Крутихин А.Д. Программно-аппаратный комплекс измерения толщины лакокрасочных покрытий "PaintTest" 390

Хасанов Р.Р., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Ефремов А.Б. Оценка производительности информационной системы аппаратного комплекса для акустической тензометрии 395

УДК 681.2(06)

Раздел 4. Приборостроение

Булдакова И.В., аспирант;
Волкова Л.В., к.т.н., ст. преп., e-mail: pmkk@istu.ru;
Синцов М.А., руководитель лаборатории;
Недзвецкая Е.В., инженер

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Определение механических напряжений в рельсах акустоупругим способом

Аннотация. Исследовано напряженное состояние отрезков рельса с помощью метода, основанного на явлении акустоупругости и электромагнитно-акустического преобразования. Представлены результаты контроля напряжений в рельсах с разным сроком наработки.

Ключевые слова: акустоупругость, электромагнитно-акустический преобразователь, механические напряжения, корреляционный анализ, центр масс

Надежная эксплуатация рельсов является одной из основных задач безопасной работы железнодорожного транспорта. Остаточные напряжения в железнодорожных рельсах, возникающие в процессе производства, в дальнейшем изменяются в результате многократного воздействия поездной нагрузки во время эксплуатации. Кроме того, температурные изменения могут привести к появлению больших растягивающих или сжимающих напряжений в рельсах, к последующему излому, потере их устойчивости и выбросу пути. Поэтому измерение уровня напряжений в рельсах является очень важной задачей [1]. Наиболее подходящим методом для контроля внутренних напряжений является ультразвуковой метод, в основе которого лежит теория акустоупругости и использование электромагнитно-акустического преобразования ввода-приема волн [2–15].

Основными информативными параметрами метода являются времена распространения двух поперечных волн, поляризованных перпендикулярно и вдоль оси рельса и распространяющихся между головкой рельса и его подошвой. Связь регистрируемых временных параметров сигналов с величиной напряженного состояния представлена в формуле [1]:

$$\sigma = D\left(\frac{t_1}{t_2} - 1\right), \qquad (1)$$

где D – коэффициент упруго-акустической связи для исследуемого материала, определенный экспериментально и равный -145 ГПа, t_1, t_2 – время распространения по высоте рельса двух поляризованных волн.

Таким образом, для расчета величины напряженного состояния необходимо определить с максимальной точностью разницу времен прихода импульсов зарегистрированных сигналов t_1 и t_2.
В данной статье рассмотрены следующие алгоритмы определения времени распространения импульсов и временной задержки между сигналами:

1. по переходу сигналов через ноль (рис. 1, *а*);
2. с помощью программы корреляционной обработки сигналов;
3. по огибающей выпрямленного сигнала (рис. 1, *б*).

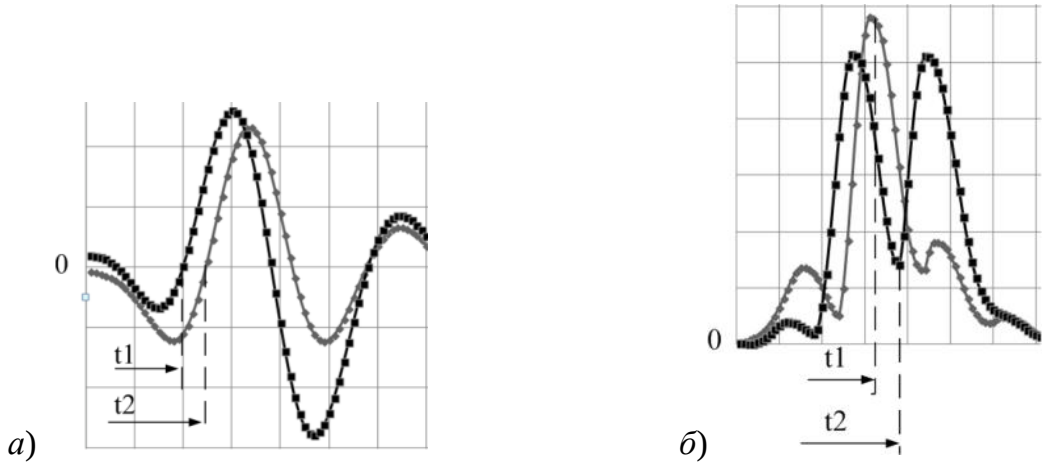


Рис. 1. Методы определения времен прихода сигналов: а) по переходу через ноль; б) по огибающей выпрямленного сигнала

Оценка уровня напряжений проводилась на четырех отрезках рельсов с разной наработкой. В каждой новой серии измерений преобразователь заново устанавливался на объект контроля (рис. 2).

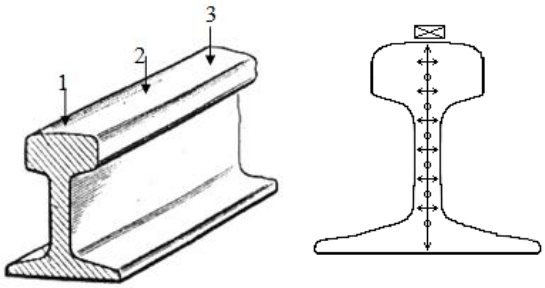


Рис. 2. Схема прозвучивания рельса

Случайная погрешность измерения напряжений оценивалась по результатам пяти измерений в исследуемой области рельса.

Метод измерения разницы времен прихода сигналов «по переходу через ноль» является самым распространенным, однако из-за возможного искажения

формы сигналов, вызванного нестационарными шумами и помехами необходим поиск методов, позволяющих исключить возможные ошибки. К таким методам можно отнести корреляционный анализ, который позволяет определить временную задержку между сигналами по степени схожести их формы [16]:

$$R_{fg}(\Delta t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x-\Delta t)g(x)dx = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)g(x+\Delta t)dx, \quad (2)$$

где $f(x)$ и $g(x)$ – два сравниваемых сигнала, Δt – временной сдвиг между сигналами.

Также исследуется возможность снижения случайной погрешности определения разницы времен прихода с помощью дополнительной математической обработки – определения центра масс огибающих выпрямленных сигналов.

Экспериментальным путем было установлено, что минимальная случайная погрешность наблюдается при использовании метода измерения времени по огибающей выпрямленного сигнала. Данный метод позволяет уменьшить стационарные шумы и помехи, а также отстроится от формы сигнала, так как рассматривает площадь, ограниченную огибающей, полученной в ходе математической обработки сигнала. Значения напряжений, определенных данным методом для исследуемых обрезков рельса и соответствующие случайная и систематическая погрешности измерения механических напряжений занесены в таблицу.

Таблица. **Результаты измерения напряжений и погрешности измерения**

Наработка, млн. тонн брутто	**$\bar{\sigma}$, МПа по точке измерения**			**Случайная погрешность $\Delta\sigma$**		**Систематическая погрешность $\Delta\sigma$**
	1	**2**	**3**	**МПа**	**%**	**МПа**
1. Метод «по переходу через ноль»						
нет	-67	-57	-65	8	12,2	13
600	-258	-247	-237	35	13,7	
840	-108	-119	-114	17	14,3	
990	-92		-159	26	16,6	
2. С использованием корреляционной функции						
нет	-80	-70	-70	8	11,7	13
600	-118	-97	-70	16	14,4	
840	-27	-54,4	-103	14	13,5	
990	-32		-137	13	10,1	
3. По огибающей выпрямленного сигнала						
нет	-44	-49	-57	13	11,7	13
600	-182	-209	-226	16	7,5	
840	-206	-239	-349	26	7,5	
990	-179		-264	28	10,7	

Систематическая погрешность определения остаточных напряжений в рельсах при использовании рассматриваемых методик характеризуется точностью определения временной задержки (10 нс) и составляет Δσ = 13 МПа.

На рис. 3 представлены кривые, характеризующие изменение значений напряжений в контролируемых точках отрезков рельса при сравнении методов определения разницы времен прихода сигналов.

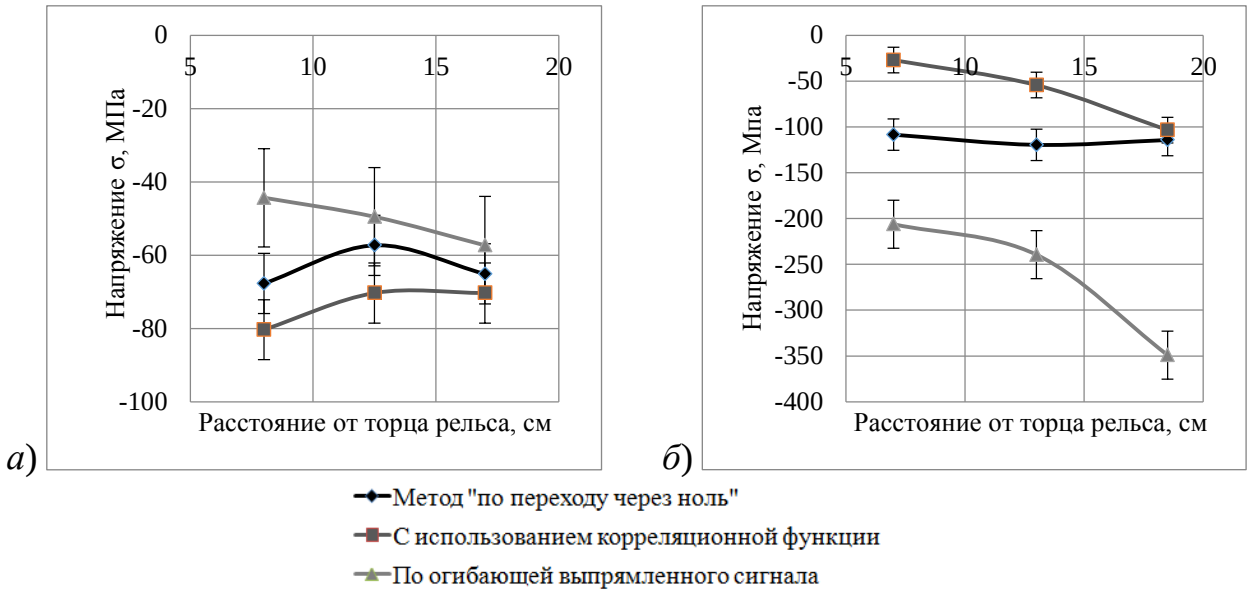


Рис. 3. Измеренные значения напряжений при сравнении методов определения разницы времен прихода сигналов для рельса без наработки (*а*) и рельса с наработкой 840 млн. тонн брутто (*б*)

Из полученных данных видно, что уровень механических напряжений в эксплуатировавшихся рельсах превышает уровень напряжений в рельсах без эксплуатации приблизительно в 4 раза. Также стоит отметить, что разброс значений для рельса без наработки лежит в пределах 40 МПа, тогда как в результате измерения напряжений в рельсе, бывшем в эксплуатации, получили разброс в 400 МПа. Этот разброс значений напряжений при использовании разных методов обработки сигналов можно объяснить отличием подходов к определению разницы времен прихода сигналов, а также разными начальными напряжениями, полученными при изготовлении рельсов.

Анализ полученных результатов показывает, что метод, на основе поиска центра масс, имеет минимальную случайную погрешность среди всех рассмотренных методов, то есть является наиболее устойчивым к нестационарным шумам и помехам. При этом систематическая погрешность методов зависит от частоты дискретизации АЦП, применяемой в ходе контроля. Недостатком метода «по уровню» является сложность автоматизации процесса расчета ввиду необходимости контроля формы сигнала для поиска «характерной точки», искажаемой при наличии нестационарных шумов.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект №15-12-00010).

Список литературы

1. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Громов В.Е., Глезер А.М.* Оценка остаточных напряжений в рельсах с использованием электромагнитно-акустического способа ввода-приема волн // Деформация и разрушение материалов, 2015, № 12. – С. 34–37.
2. *Клюев В.В.* Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.4: В 3 кн. Кн. 1: Акустическая тензометрия / В.А. Анисимов, Б.И. Каторгин, А.Н. Куценко и др. – М.: Машиностроение, 2004. – 736 с.
3. *Буденков Г.А., Муравьев В.В., Коробейникова О.В.* Исследование напряженно-деформированного состояния ободьев цельнокатаных вагонных колес методом акустической тензометрии //Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2009. – Том 6. – № 3. – С. 111–117.
4. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Балобанов Е.Н.* Оценка остаточных напряжений в бандажах локомотивных колес методом акустоупругости // Дефектоскопия. – 2013. – № 7. – С. 22–28.
5. *Муравьев В.В., Волкова Л.В.* Оценка величины натяга бандажей локомотивных колес методом акустоупругости // Дефектоскопия. – 2013. – № 9. – С. 40–46.
6. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Балобанов Е.Н., Волкова Л.В.* Оценка остаточных напряжений в ободьях вагонных колес электромагнитно-акустическим методом // Дефектоскопия. – 2011. – № 8. – С. 16–28.
7. *Муравьев В.В., Петров С.Ю., Платунов А.В., Балобанов Е.Н., Волкова Л.В., Рябов А.А., Соколов О.В., Печенова Т.П., Костюк В.В.* Распределение остаточных напряжений при электроконтактном упрочнении бандажей локомотивных колес // Технология машиностроения. – 2011. – № 9. – С. 42–45.
8. *Муравьев В.В., Стрижак В.А., Балобанов Е.Н.* К расчету параметров системы намагничивания электромагнитно-акустического преобразователя // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 197–205.
9. *Муравьев В.В., Петров С.Ю., Волкова Л.В.* Распределение остаточных напряжений в железнодорожных колесах после электроконтактного упрочнения поверхности катания // Дефектоскопия. – 2015. – № 10. – С. 64–74.
10. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Лапченко М.А.* Ультразвуковой контроль остаточных напряжений в бандажах локомотивных колес при производстве // Дефектоскопия. – 2015. – № 5. – С. 3–16.
11. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Стрижак В.А., Волкова Л.В., Балобанов Е.Н.* Акустическая тензометрия и структуроскопия железнодорожных колес: монография / Отв. ред. В.В. Муравьев. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014. – 180 с.
12. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Лапченко М.А.* Изменения остаточных напряжений в бандажах колес локомотивов в процессе производства // Локомотив. – 2014. – № 12 (696). – С. 36–39.
13. *Муравьев В.В., Стрижак В.А., Волкова Л.В., Пряхин А.В.* Контроль натяга бандажей колес методом акустоупругости // Локомотив. – 2014. – № 5. – С. 39-41.

14. *Муравьев В.В., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Балобанов Е.Н.* Контроль остаточных напряжений в ободьях цельнокатаных вагонных колес методом акустоупругости // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2014. – № 3 (39). – С. 42–45.
15. *Смирнов А.Н., Муравьев В.В., Хапонен Н.А.* Акустический критерий предельного состояния длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 5. – С. 19–23.
16. *Першин В.Т.* Основы радиоэлектроники и схемотехники: учебное пособие для сотрудников вузов. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 544 с.

Ворожцов А.В., магистрант, e-mail: vorozhcovandrei@mail.ru;
Моченов С.В., к.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка системы контроля напряжения аккумуляторных батарей с передачей информации по универсальной измерительной магистрали

Аннотация. Система контроля напряжения аккумуляторных батарей (АКБ) предназначена для измерения телеметрических параметров аккумуляторных батарей в космическом пространстве. Система применяется на борту космических аппаратов. Обработка информации и выдача результатов измерения осуществляется по неэлектрической среде (в виде импульсов). Такую среду принято называть универсальной измерительной магистралью (УИМ).

Ключевые слова*:* система, измерительная магистраль, аккумуляторная батарея, универсальная измерительная магистраль, измерительный блок, космические технологии, программируемая логическая интегральная схема

Система контроля напряжения аккумуляторных батарей (АКБ) предназначена для измерения телеметрических параметров аккумуляторных батарей, их предварительной обработки и выдачи результатов измерения по универсальной измерительной магистрали (УИМ). Отправляемая информация поступает борт космического аппарата (КА). Система предназначена для использования на перспективных изделиях разработки [2], таких как 14Ф143, «Экспресс-1000», «Луч-5А», «Луч-5Б», 14Ф141, 14Ф144 и др., ГЛОНАС, телекоммуникационные спутники-ретрансляторы, спутниковые платформы. Система представляет собой печатную плату, на которой располагаются электрорадиоизделия, необходимые для решения задач сбора информации, её обработки и отправки. Печатная плата защищена корпусом от воздействия внешних механических воздействий.

Экспресс 1000 [2] – серия современных спутниковых платформ негерметичного исполнения. Единая конструктивная основа платформ представляет собой силовую конструкцию в виде центральной силовой трубы с установленными на ней приборными и сотовыми панелями. Все три варианта используют

одинаковые бортовой комплекс управления, системы ориентации и стабилизации и систему коррекции. **Луч-5А** [2] – российский телекоммуникационный спутник-ретранслятор работающий с низколетящими спутниками с высотой орбит до 2000 км над поверхностью Земли, такими как пилотируемые космические комплексы, космические корабли, а также ракеты-носители, разгонные блоки и др. КА «Луч» будут принимать от них информацию (как телеметрическую, так и целевую) на участках полёта, находящихся вне зон видимости с территории России, и ретранслировать ее в режиме реального времени на российские земные станции. В то же время, будет обеспечена возможность передачи команд управления на эти КА.

Глонасс-К [2] – серия космических аппаратов российской глобальной навигационной системы ГЛОНАС. Космические аппараты «Глонасс-К» строятся на базе негерметичной платформы «Экспресс 1000». На корпус в форме параллелепипеда устанавливается бортовая аппаратура, способная работать в условиях открытого космоса. Мощность системы электропитания увеличена до 1,6 кВт. Кроме того, на «Глонасс-К» устанавливается аппаратура международной системы спасения терпящих бедствие Коспас-Сарсат.

Стоит задача в разработке системы на элементной базе полностью отечественного производства. В последнее время поставки импортных микросхем ограничены. Приборы для космических аппаратов всегда были актуальными, поэтому и появляется потребность в замене элементной базы для приборов. Разработка системы соответствует приоритетному направлению развития Российской Федерации – телеметрические системы в космосе. Структурная схема системы контроля напряжения аккумуляторных батарей представлена на рис. 1.

Изначально формируется сигнал «СБРОС» , что обеспечивает начальную установку контроллера (ПЛИС). Задающий генератор построен на RC элементах. Частота генератора 500 кГц. Вторичный источник питания формирует напряжение ±12 В. Это напряжение поступает на коммутатор и источник питания (ИП). ИП из напряжения ±12 В форме напряжение ±11,6 В для ОУ, +5 В для генератора, +5 В и +2,5 В для контроллера, ±5 В для АЦП.

Напряжение с элементов АКБ поступает на делитель, который уменьшает напряжение. Это необходимо для снижения синфазного напряжения со всей АКБ до допустимых значений для микросхем коммутатора и ОУ. Одновременно в делителе есть емкости, которые совместно с делителем образуют фильтр НЧ. Коммутатор построен на одной импортной микросхеме (два аналоговых мультиплексора 16х1). Управление коммутатором обеспечивает контроллер. Напряжение выбранного элемента АКБ поступает на операционный усилитель, который приводит напряжение с делителя к рабочему напряжению АЦП (±3 В). АЦП преобразует напряжение в 14 разрядный цифровой код. Управляющие сигналы на АЦП поступают с контроллера. Данные поступают на контроллер последовательным интерфейсом. Контроллер обеспечивает управление коммутатором и АЦП, принимает данные от АЦП, производит смену знака у отрицательных значений на положительные, производит округление 14 разрядного кода до 8 разрядного, обеспечивает смещение показаний на 64 единицы, производит ограничение показаний до 255 при превышении напряжения на элементе

АБ свыше 2387,5 мВ и ограничение показаний до 0 при напряжении элемента АБ менее минус 800 мВ, а также обеспечивает формирование выходных данных последовательным кодом универсальной измерительной магистрали. Контроллер выполнен на программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). Данные с контроллера поступают на универсальную измерительную магистраль по двум раздельным линиям через трансформатор. Одна линия предназначена для основного подключения, другая для резервного. Готовые данные передаются по универсальной измерительной магистрали с последовательной передачей данных.

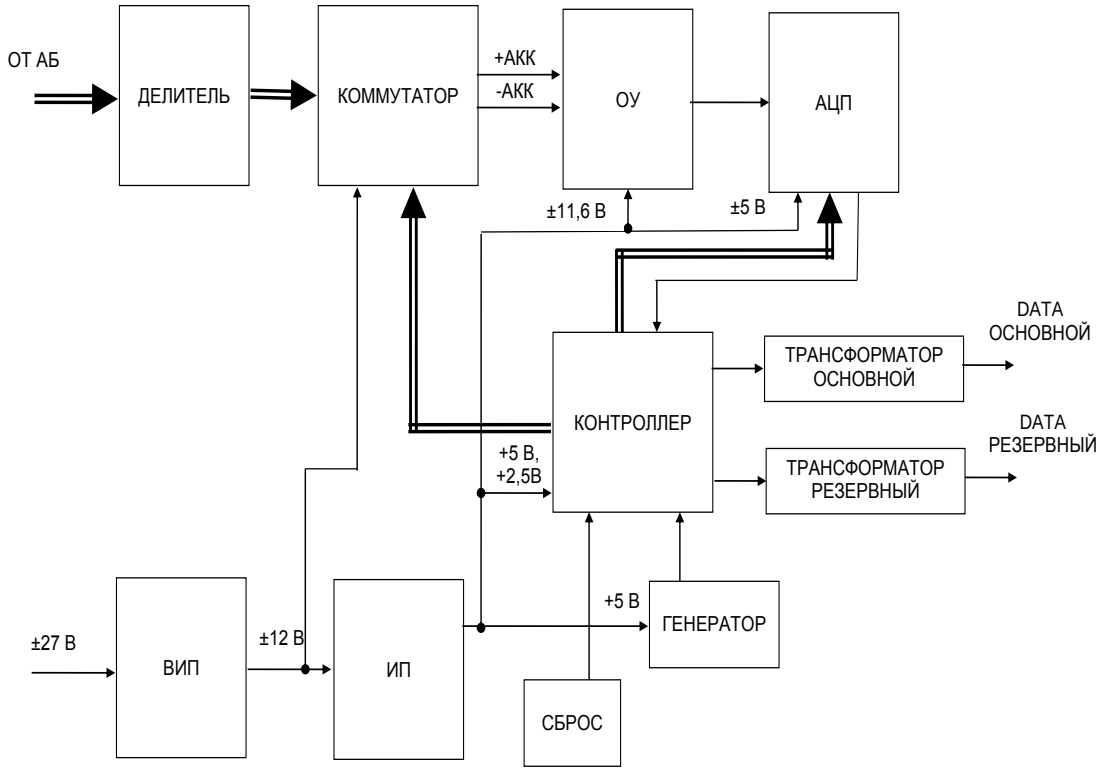


Рис. 1. Структурная схема системы

Универсально измерительная магистраль (УИМ) – интерфейс передачи данных основан на принципе работы гальванической развязки.

Гальваническая развязка [3] – схемотехническое решение, в основе которого основан принцип передачи энергии или сигнала между электрическими цепями без электрического контакта между ними. Гальванические развязки используются для передачи сигналов, для бесконтактного управления и для защиты оборудования и людей от поражения электрическим током. Существует несколько видов гальванической развязки, в данном случае будет рассматриваться трансформаторная.

Без использования развязки предельный ток, протекающий между цепями, ограничен только электрическими сопротивлениями, которые обычно относительно малы. В результате возможно протекание выравнивающих токов и других токов, способных повреждать компоненты цепи или поражать людей,

прикасающихся к оборудованию, имеющему электрический контакт с цепью. Прибор, обеспечивающий развязку, искусственно ограничивает передачу энергии из одной цепи в другую. В качестве такого прибора может использоваться трансформатор или оптрон. В обоих случаях цепи оказываются электрически разделёнными, но между ними возможна передача энергии или сигналов.

Интерфейс УИМ с трансформаторной развязкой использую в своей диссертации «Разработка системы контроля напряжения АКБ с передачей информации по универсальной измерительной магистрали». Он служит для передачи данных между коммутаторами. Под коммутатором подразумевается измерительный прибор. В составе каждого прибора имеется ПЛИС. По четко заданному алгоритму ПЛИС формирует код, который последовательным путем передается через трансформаторную развязку в другой прибор.

Схема интерфейса УИМ между системы контроля напряжения аккумуляторных батарей и иным измерительным блоком представлена на рис. 2. Такой измерительный блок предназначен для дальнейшей обработки и применения информации.

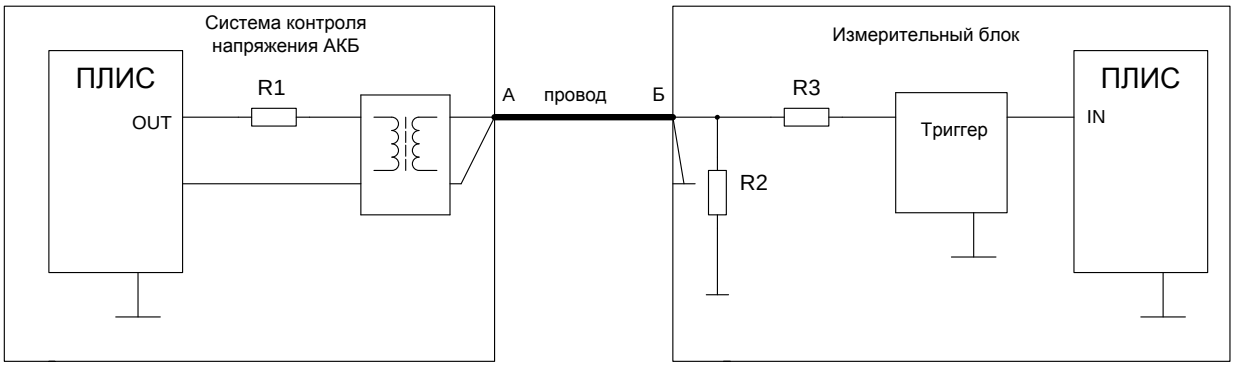


Рис. 2. Схема интерфейса УИМ

В точках А и Б цепь «0 В» замкнута с экраном. Интерфейса УИМ устойчиво функционирует при длине линий связи 7 и 10 м. Определен фактический запас длины линий связи для интерфейса УИМ с трансформаторной развязкой не менее 20 м, для интерфейса УИМ с непосредственной связью 11,5 м. Информация должна передаваться последовательным цифровым кодом по ЛПИ. В качестве кода должен использоваться униполярный фазоманипулированный код. Скорость передачи информационных разрядов должна быть 250 Кбит/с.

Разработано программное обеспечения для ПЛИС, которое выполняется на языке проектирования VHDL [4]. Программное обеспечение (или прошивка) необходима для работы ПЛИС, чтобы она могла управлять всей периферией системы контроля напряжения аккумуляторных батарей. Предварительно составляется алгоритм работы логики ПЛИС [5] (рис. 3).

Временные диаграммы работы системы контроля аккумуляторных батарей представлены на рис. 4. Шина ADRES условная и показывает лишь адрес обрабатываемого канала (элемента АБ). Шина ADRES_KOM – это адресное управление коммутатором – операционным усилителем. Сигнал STROB – это разрешающий работу сигнал, который переводит микросхему из высокоомного

состояния. Сигнал CONV обеспечивает запуск преобразования АЦП. Сигналы SSTRB, SCLK, SDATA формируются АЦП и определяются работой интерфейса АЦП. По сигналу SDATA данные от системы контроля напряжения батарей передаются последовательным кодом в ПЛИС [6].

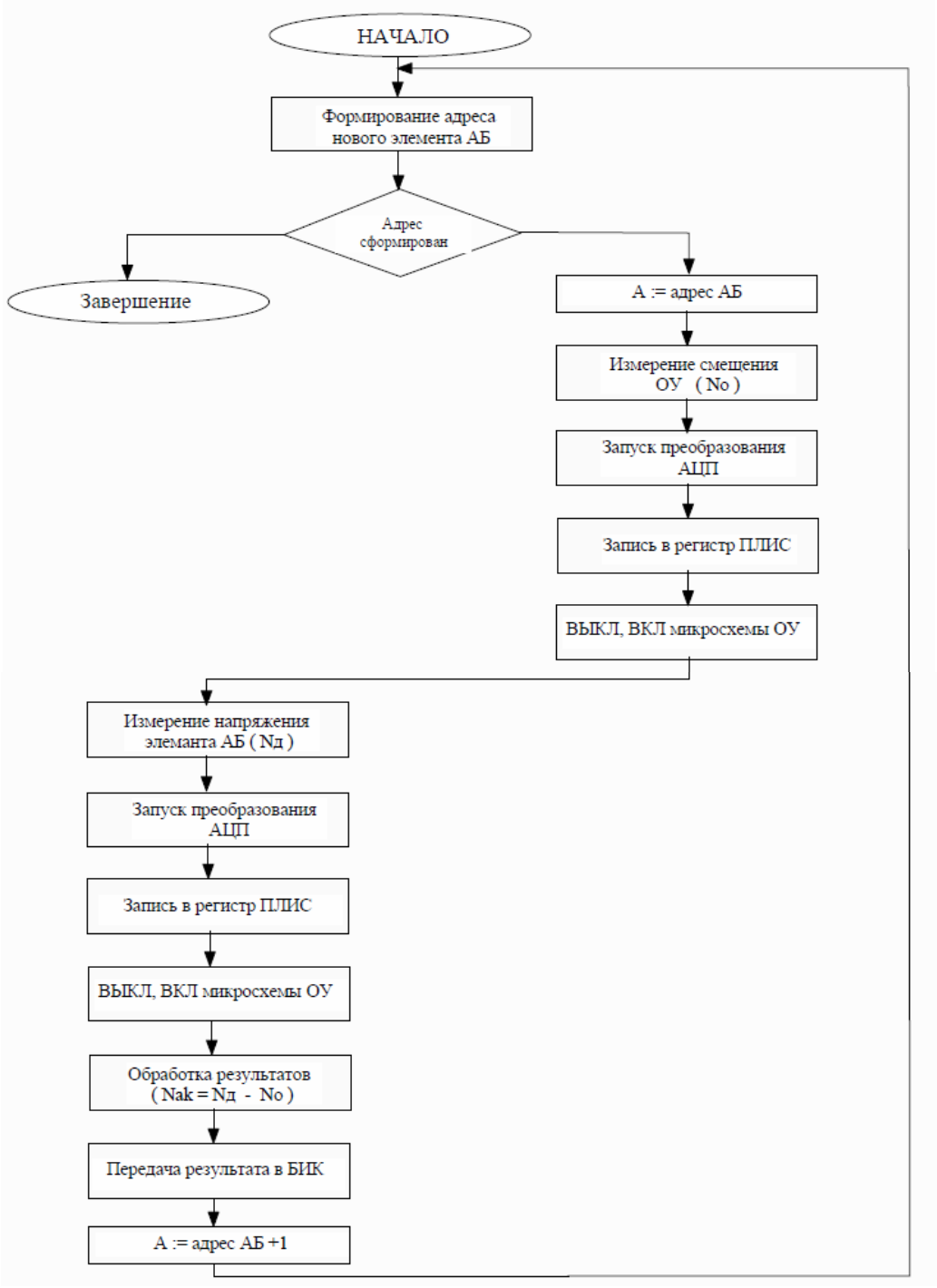


Рис. 3. Алгоритм работы ПЛИС

Режим измерения канала разделен на два равных интервала по 1 мс каждый. В первом интервале производится измерение смещения операционного усилителя (ОУ) с учетом влияния синфазного напряжения на ОУ. Коммутатор замыкает между собой входы ОУ и подключает их к одному из выводов элемента АБ. В конце этого интервала запускается преобразование АЦП и резуль-

тат преобразования последовательным кодом записывается в регистр контроллера. Преобразование происходит в конце интервала – это сделано для уменьшения влияния переходных процессов в тракте коммутатора и ОУ. Для исключения влияний других каналов на измеряемый при смене адреса коммутатора сигнал STROB за 2 мкс до смены адреса выключает микросхему ОУ, включение также происходит через 2 мкс после смены адреса.

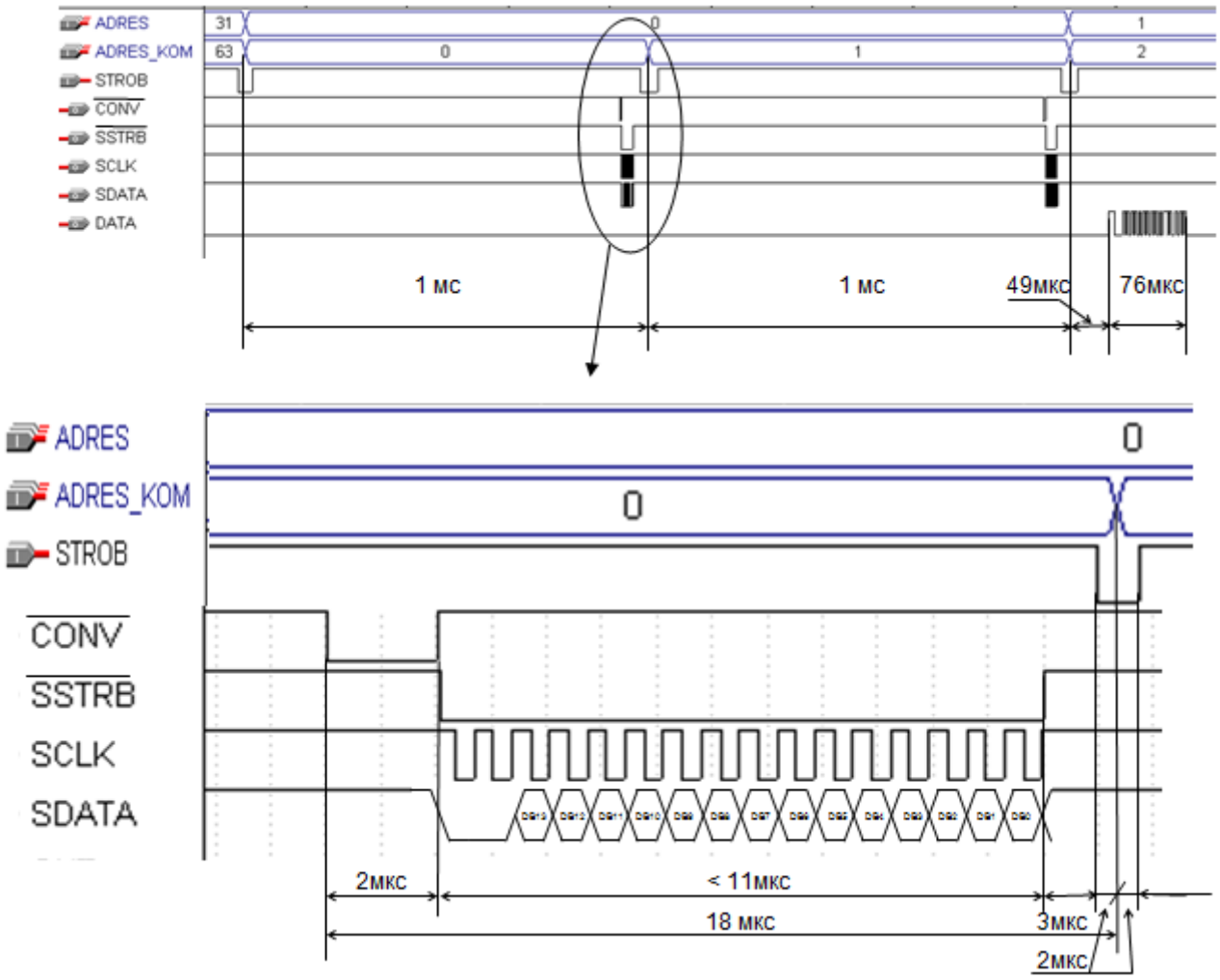


Рис. 4. Временные диаграммы работы системы

Во втором интервале происходит непосредственное измерение элемента АБ. Коммутатор подключает входы ОУ к элементу АБ выбранного канала. В момент второго интервала производится обработка результата измерения смещения в первом интервале. В конце второго интервала вновь запускается преобразование АЦП и результат преобразования записывается в регистр контроллера. Далее происходит переход на измерение следующего канала. Во время начала измерения следующего канала происходит обработка результатов измерения предыдущего – это вычитание смещения ОУ (ошибки), измеренного в первом интервале, а также происходит формирование кода данных для передачи в бортовой измерительный контроллер. Для этих действий требуется 49 мкс. Готовые данные передаются по цепи DATA в измерительный контроллер по

универсальной измерительной магистрали с последовательной передачей данных. Время измерения всех 32 каналов составляет 64 мс.

В ходе выполнения разработки новой системы выполнен анализ старой системы контроля напряжения аккумуляторных батарей на импортной элементной базе, получены результаты ее работы. Новым является, перевод системы на новую элементную базу. В отличие от предыдущей системы, не будет сложностей в поставке электрорадиоизделий (ЭРИ). На основании проведенных испытаний, система также позволяет функционировать в условиях космической среды и выполнять измерения телеметрических параметров. Такая работа имеет существенное значение для теории и для практики, так как на основе проделанного в дальнейшем можно будет полностью спроектировать бортовой измерительный контроллер аккумуляторных батарей на новой элементной базе.

Список литературы

1. *Гук М.* Аппаратные интерфейсы ПК. Энциклопедия. – СПб : Питер, год: 2005. – 539 с.
2. Каталог продукции АО «Ижевский радиозавод» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.irz.ru/uploads/catalogs/irz.pdf (дата обращения: 07.04.16).
3. Гальваническая развязка [Электронный ресурс] // Википедия [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гальваническая_развязка (дата обращения: 07.04.16).
4. *Поляков А.К.* Языки VHDL и VERILOG в проектировании цифровой аппаратуры. – М.: СОЛОН-Пресс, 2003. – 320 с.
5. *Максфилд К.* Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Додэка-XXI, 2007. – 408 с.
6. *Потехин Д.С.* Разработка систем цифровой обработки сигналов на базе ПЛИС / Д.С. Потехин, И.Е. Тарасов // Современная электроника. – М.: Горячая Линия-Телеком, 2007. – 248 с.

УДК 745.53

Гайсин Р.А., студент, e-mail: *rinat.gajsin.2013@mail.ru*;
Усольцев В.П., к.т.н., ведущий инженер-электроник, e-mail: vpusoltcev@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Выбор материала и технологии для достижения и поддержания высоких художественных характеристик изделия

Аннотация. Проведен анализ и исследование материалов и технологии для достижения и поддержания высоких художественных характеристик изделий. Разработаны предложения использования технологические возможности лазерного оборудования для обеспечения стабильно высоких результатов при промышленном изготовлении художественных изделий.

Ключевые слова: технология, гравирование, материал, художественные изделия, лазер

При создании художественных изделий важное значение играет выбор материала и технологии обработки. Современные, функциональные и эстетичные материалы обладают множеством полезных свойств, естественной красотой, из-за чего изготавливаемые из них изделия востребованы в самых различных сферах человеческой деятельности [1, 2]. Высокую привлекательность изделиям придает лазерная обработка. Благодаря созданию надежного и достаточно экономичного лазерного оборудования возникла новая промышленная технология – лазерная технология обработки материалов. Это позволяет без переналадки гибко достигать и поддерживать высокие художественные характеристики изделия при максимальном использовании материала.

Целью настоящей работы является обзор возможностей повышения потребительских свойств художественных изделий из различных материалов при использовании лазерных технологий.

Высокую привлекательность изделиям, достижению художественной выразительности композиции придает использование лазерных технологий, которые:

- не требуют высокой квалификации персонала,
- позволяют проводить бесконтактную обработку заготовок,
- отсутствуют внутренние напряжения,
- получается ровный, гладкий и стабильный контур обработки,
- получается высокохудожественный контрастный темный вид изображений,
- отсутствует погрешность позиционирования,
- отсутствует дополнительная обработка.
- возможно непосредственное нанесение сложных трехмерных структур,
- возможно комбинирование лазерной обработки с другими видами обработки,
- возможно нанесение на изделия комбинированных материалов при простоте создания сувенирной продукции,
- высокая оперативность и производительность.

Взаимодействие лазерного излучения с веществом, если лазерный луч имеет гауссов профиль, а плотность поглощенного на поверхности потока постоянна и равна F, то температура как функция расстояния r от центра нагреваемого пятна, глубины z, отсчитываемой от поверхности, и времени t определяется формулой [3]:

$$T(r,z,t)=\frac{d^2\chi^{1/2}F_0}{K\pi^{1/2}}\int_0^t\frac{\exp\left(\frac{-z^2}{4\chi t}\right)\exp\left[\frac{-r^2}{4\chi t+d^2}\right]}{t^{1/2}(4\chi t+d^2)}dt+T_0,$$

где F – плотность потока энергии, поглощенного на поверхности, Вт/м^2; r – расстояние от центра нагреваемого пятна, м; z – глубина нагрева, отсчитываемая от поверхности, м; T – температура, К; χ – температуропроводность, м²/с; K – теплопроводность, Вт/(м·К); t – временной интервал, с; T_0 – начальная температура.

На основании представленной формулы для обработки неметаллических материалов наиболее оптимальным является CO_2 – лазер, длина волны излучения 10,6 мкм. Для гравирования выбран лазерный гравер серии Speedy фирмы Trotec (Австрия).

Лазеры Trotec оптимально подходят для лазерной резки и гравировки древесины, например, для изготовления игрушек, элементов декора, предметов художественного помысла, сувениров, новогодних украшений, подарков, архитектурных моделей и инкрустаций. Подходящие сорта древесины: бук, кедр, ольха, пробка, фанера. Лазерные станки обеспечивают чистую линию реза и точную кромку даже при очень сложных работах по форме и размеру, длительные и кропотливые работы по чистке отсутствуют, так как при лазерной обработке древесины опилок не возникает.

При лазерной обработке камня поверхность камня расплавляется. Материал обрабатывается напрямую, поэтому не нужно специально готовить шаблоны. Для лазерной гравировки камня особенно хорошо подходят гладкие, тёмные натуральные камни – такие как гранит, мрамор, базальт, кремень. Чем однороднее и мелкозернистее порода камня, тем лучше будут результаты лазерной обработки. Легко гравировать гальку благодаря гладкой поверхности. Подходящим видом для лазерной обработки является белый мрамор – здесь можно достичь однородной белой поверхности. Хорошие результаты можно достичь при лазерном гравировании больших ровных поверхностей или нанесении изображений в серых тонах. Практическое применение лазерного гравирование камня широко распространено при создании надгробий, пресс-папье и сувениров.

При лазерной обработке кожи и кости лазерный луч сублимирует и испаряет верхний слой [4]. При увеличении мощности и уменьшении скорости глубина обработки увеличивается. Подходящие виды кожи: велюр, нобук, алькантара, искусственная кожа. На коже можно отгравировать рисунки, надписи и различные узоры. При лазерной обработке кожи получаются ровные и запаянные края, при этом не образуется эффект бахромы.

Лазерная обработка стекла открывает большие возможности в нанесении сложных изображений. Даже самые тонкие работы легко могут быть выполнены на лазере. Лазерную гравировку можно наносить на винные бокалы, пивные кружки, бутылки и зеркала. Подходящие виды стекла для лазерного гравирова-

ния: прессованное стекло, хрусталь, термоплированное стекло, зеркальное стекло. Лазерное гравирование стекла равносильна эффекту матирования материалов. Тонкий луч лазера позволяет делать сложные фотогравюры, а также тексты и логотипы. При лазерном гравировании стекла изделия: стаканы, фужеры для вина и бутылки устанавливаются в специальный вращатель. Благодаря такой конструкции, круглые предметы гравируются по окружности.

Лазерная обработка многослойного пластика, в большинстве случаев, из акрила. Многослойные пластики чаще всего используют для изготовления табличек в рекламных и промышленных целях. Благодаря разнообразию цветовой гаммы и возможности использования внутри и вне помещения пластики стали очень популярными. При лазерной обработке многослойных пластиков в большинстве случаев используется вакуумный стол, который фиксирует пластик при обработке.

Проведенный обзор и исследования показали, что для получения наиболее четкого и контрастного изображения, для максимального сохранения естественного рисунка материала, повышения потребительских свойств художественных необходимо использовать обоснованный выбор материала и технологии для достижения и поддержания высоких художественных характеристик изделия.

Список литературы

1. *Куманин В.И.* Художественное материаловедение: по видам материалов / В.И. Куманин, Л.А. Ковалева, Р.М. Лобацкая и др. – М.: МГАПИ, 2005. – 182 с.
2. *Черных М.М.* Гравирование. Термины и классификация изображений / М.М. Черных, В.М. Рябов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2013. - № 1 (26). – С. 60–65.
3. *Григорьянц А.Г.* Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 4. Лазерная обработка неметаллических материалов: Пособие для вузов. / А.Г. Григорьянц, А.А. Соколов. – М: Высшая школа, 1988. – 191 с.
4. *Усольцева А.В.* Исследование лазерного гравирования изделий из кости / А.В. Усольцева, М.М. Черных, В.П. Усольцев // «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке». Сб. мат. II Всерос. науч.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых с междунар. участием (Ижевск, 22–23 апреля 2015 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С 713–721.

Земсков[1] *Т.И.*, магистрант, e-mail: tim.zemskov@mail.ru;
Злобин[1] *Д.В.*, к.т.н., доцент, e-mail: sined2@mail.ru;
Зверев[2] *Н.Н.*, вед.инженер, e-mail: znn300@gmail.com;
Синцов[1] *М.А.*, руководитель лаборатории

[1] ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»,
[2] ФГБУН «Физико-технический институт» УрО РАН

Прибор для измерения скорости ультразвуковых колебаний методом автоциркуляции импульсов

Аннотация. В статье описано устройство прибора для измерения скорости распространения ультразвуковых рэлеевских волн на основе метода автоциркуляции с использованием современной элементной базы. Разработанный прибор может быть применен для контроля физического параметров металлов, определения структурных характеристик поверхностного слоя, выявления развивающихся усталостных трещин и других задач неразрушающего контроля.

Ключевые слова: ультразвук, скорость рэлеевских волн, метод автоциркуляции, структуроскопия

Существует множество методов для измерения скорости звука в твердых средах. Наиболее распространены следующие методы измерения скорости: интерферометрический, оптический, импульсный и резонансный. Одним из более точных является метод автоциркуляции импульсов, так как измерению подвергается параметр стационарного во времени процесса – частота периодической последовательности импульсов, формирующихся за счет того, что принятый пьезоприемником импульс инициирует последующий.

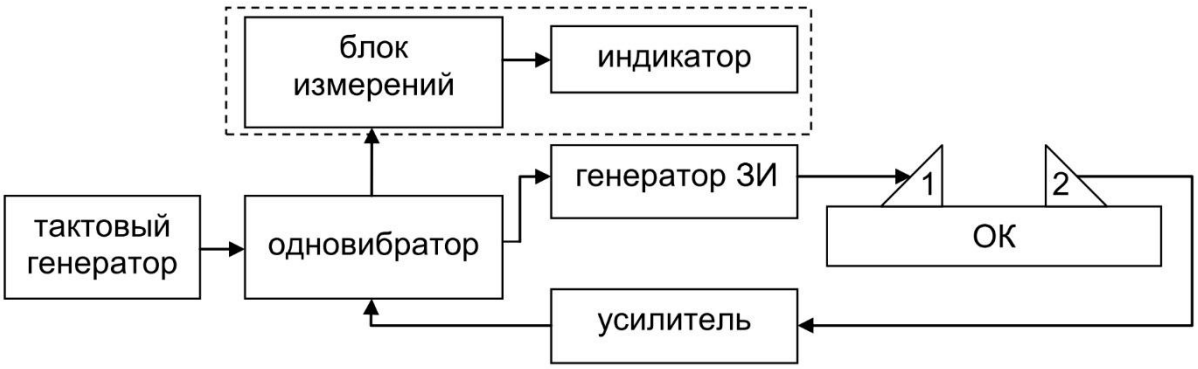


Рис. 1. Блок-схема прибора «ИСАВ-1»: 1 – излучающий и 2 – приемный преобразователи; ОК – объект контроля; генератор ЗИ – генератор зондирующих импульсов

Прототипом описываемого прибора является индикатор структурных превращений (ИСП-12) [1]. Современная версия прибора реализована на новой элементной базе. Блок-схема разработанного прибора представлена на рис.1. Тактовый генератор формирует инициирующие импульсы, следующие с частотой порядка 10 Гц. В случае появления на входе усилителя принятого импульса, достаточно для срабатывания одновибратора, формируется следующий им-

пульс, и далее процесс периодически повторяется. Измерение частоты следования осуществляется цифровым блоком измерения и отображается на ЖК индикаторе. Цифровой блок реализован на микроконтроллере семейства AtMega, он осуществляет также накопление и усреднение результатов измерения для минимизации случайных отклонений показаний прибора, представление результата в наиболее удобной для оператора форме (частота автоциркуляции, период, скорость рэлеевской волны), а также автоматически осуществляет температурную коррекцию.

Принципиальная схема основных узлов прибора (усилитель и блок формирования импульсов) приведена на рис. 2.

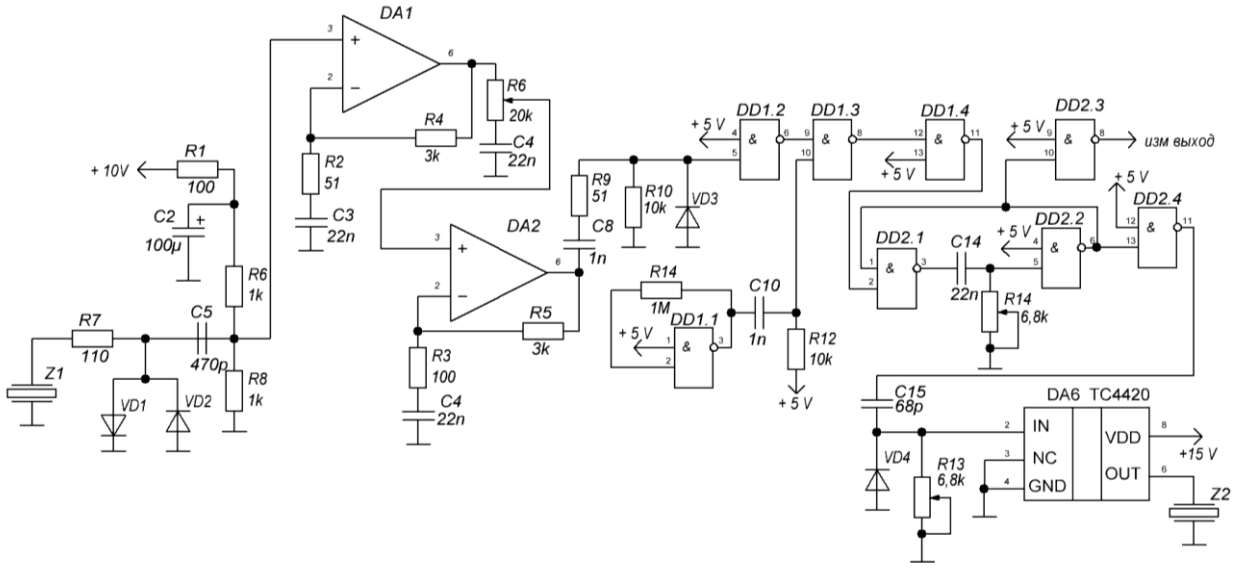


Рис. 2. Принципиальная электрическая схема основных узлов прибора

В качестве усилительных элементов применены высокоскоростные операционные усилители AD8001, обладающие высоким значением произведения коэффициента усиления на полосу пропускания (800 МГц) и скоростью нарастания выходного напряжения 1200 В/мкс. Их применение позволило реализовать необходимый коэффициент усиления (70 дБ при полосе в частотном диапазоне 5 МГц) на двух каскадах. Возбуждение пьезопреобразователя осуществляется микросхемой ТС4420 – драйвером полевых транзисторов, обеспечивающем устойчивую работу на емкостную нагрузку и выходной ток амплитудой до 6 А. Логическая часть устройства (формирователь импульсов и одновибратор) реализована на логических микросхемах серии 74НС.

В целях исследования полученных метрологических характеристик были проведены сравнительные испытания разработанного прибора и прибора ИСП-12. Установлено, что оба устройства обеспечивают соответствующую точность в электрическом блоке измерений. Одной из возможных погрешностей метода автоциркуляции является зависимость точки срабатывания порогового элемента от амплитуды принятого импульса. С этой целью усилитель прибора имеет значительный запас по коэффициенту усиления, при котором принятые импульсы достигают наибольшего значения по амплитуде, обладая при этом вы-

сокой крутизной. Такое решение позволяет снизить величину погрешности до 0,1 %. Второй по значимости причиной возникновения погрешности является непостоянство локализации истинной точки выхода при переустановке преобразователя. Подобный эффект возникает ввиду того, что, при высокой точности измерения, существенными становятся: конфигурация контактного пятна (влияет на положение истинной точки выхода луча), степень шероховатости поверхности, вдоль которой производится измерение, изменяющий величину пути прохождения рэлеевской волны. Экспериментально установлено, что величина данной погрешности может достигать 25–30 нс. Возможным методом минимизации данной составляющей погрешности является применение датчиков с контактной поверхностью минимально возможной протяженности в направлении распространении волны (например, использование метода клинового возбуждения рэлеевской волны).

Таблица 1. **Сравнительная таблица характеристик приборов ИСАВ-1 и ИСП-12**

Параметр	ИСП-12	ИСАВ-1
Рабочая частота, МГц	3,5	3,5
Диапазон измерения времени пробега УЗ колебаний, мкс	10–100	2–250
Погрешность измерения не более, %	±0,25	±0,1
Дискретность измерения, нс	10	1
Время проведения одного измерения (без установки датчиков) не более, сек	3	2
Температура эксплуатации, °С	-40…+55	-40…+55
Потребляемая мощность, Вт	40	15
Габаритные размеры, мм	140*190*365	85*195*280
Масса, кг	4	1,5

Таким образом, применение современной элементной базы для реализации автоциркуляционного метода измерения позволило создать надежный, экономичный прибор, имеющий широкий спектр возможных применений. Наличие в составе устройства микроконтроллера позволяет оперативно изменять алгоритмы работы прибора, в зависимости от решаемых научных или производственных задач.

Работа выполнена по проекту № 3.751.2014/К государственного задания Министерства образования и науки РФ ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» на 2014–2016 гг. в рамках проектной части проведения научно-исследовательских работ.

Список литературы

1. *Муравьев В.В., Зуев Л.Б., Комаров К.Л.* Скорость звука и структура сталей и сплавов. – Новосибирск : Наука. Сибирская издательская фирма Ран, 1996. – 184 с.

2. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Платунов А.В., Злобин Д.В.* Исследования акустоупругих характеристик стержневой волны в термически обработанных стальных проволоках электромагнитно-акустическим методом // Дефектоскопия. – 2012. – № 8. – С. 3–15.
3. *Абабков Н.В., Кашубский Н.И., Князьков В.Л., Князьков А.Ф., Козлов Э.В., Конева Н.А., Макаров Н.М., Муравьев В.В., Попова Н.А., Смирнов А.Н., Фольмер С.В.* Диагностика, повреждаемость и ремонт барабанов котлов высокого давления / под ред. А.Н. Смирнова. – М.: Машиностроение, 2011. – 256 с.
4. *Муравьев В.В., Коробейникова О.В., Платунов Л.В.* Влияние напряженно-деформированного и структурного состояния в проволоках на основные закономерности распространения стержневой волны Похгаммера // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2009. – № 10. – С. 44–48.
5. *Смирнов А.Н., Муравьев В.В., Фольмер С.В.* Структурно-фазовое состояние и ресурс длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов, перспективы дальнейшего развития методов оценки работоспособности // Контроль. Диагностика. – 2009. – № 1. – С. 22–32.
6. *Смирнов А.Н., Муравьев В.В., Хапонен Н.А.* Акустический критерий предельного состяния длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 5. – С. 19–23.
7. *Зуев Л.Б., Муравьев В.В., Данилова Ю.С.* О признаке усталостного разрушения сталей // Письма в Журнал технической физики. – 1999. – Т. 25. – № 9. – С. 31–34.
8. *Муравьев В.В.* Взаимосвязь скорости ультразвука в сталях с режимами их термической обработки // Дефектоскопия. – 1989. – № 2. – С. 66–68.
9. *Муравьев В.В., Зуев Л.Б., Комаров К.Л., Харитонов В.Б., Чаплыгин В.Н.* Оценка накопления дефектов при усталости акустическим методом // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 1994. – № 4. – С. 103–107.

Злобин Д.В., к.т.н., доцент;
Богдан О.П., к.т.н., доцент, e-mail: pmkk@istu.ru;
Климова А.А., магистрант;
Волков В.В., студент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Исследование амплитудно-частотных и электрических характеристик пьезопластины нагруженной на различные среды

Аннотация. В статье исследовано влияние различных вязкоупругих сред, в которые погружена продольная пьезопластина, на ее электрические параметры, проведен анализ амплитудно-частотных характеристик.

Ключевые слова: пьезопластина, амплитудно-частотная характеристика, вязкоупругая среда, емкость, индуктивность, сопротивление

Ультразвуковое излучение широко применяется в различных областях промышленности, в том числе в неразрушающем контроле, в медицине и т.п. Для излучения и приема ультразвука применяют пьезоматериалы, преобразующие электрическую энергию в механическую и обратно. Исследование изменения свойств пьезопластин, находящихся в различных средах, позволяет повысить эффективность излучения ультразвука и чувствительность при приеме, а также оценить физические свойства нагружающих сред [1].

В настоящее время известен целый ряд физических методов, с помощью которых можно получать разнообразную информацию о вязких средах, в том числе и биологических. Несмотря на наличие разнообразных методов измерения этих параметров, разработка новых методов является весьма актуальной задачей [2].

В работе выполнен анализ изменения характеристик пьезопластины, нагруженной на различные среды, с использованием метода электроакустических аналогий путем преобразования всех элементов механической системы в электрические.

Для исследования амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) пьезопластины в различных условиях нагружения использовалась установка, показанная на рис. 1.

Пьезоэлектрическую пластину с электродами можно рассматривать как плоский конденсатор с электрической ёмкостью $C1$, обусловленной чисто электрическими процессами и определяемой диэлектрическими свойствами и размерами пьезопластины [3].

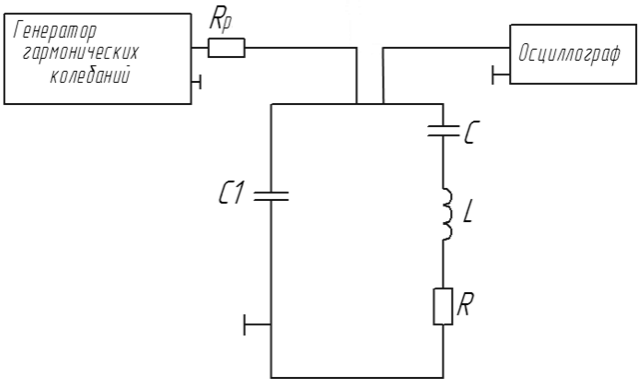


Рис. 1. Схема установки для экспериментального определения электрических характеристик преобразователя

Колеблющуюся пьезопластину можно представить эквивалентной электрической схемой (рис. 1), состоящей из чисто электрической емкости $C1$, соединенной параллельно с цепочкой последовательно соединенных индуктивности L, емкости C и активного сопротивления R [4].

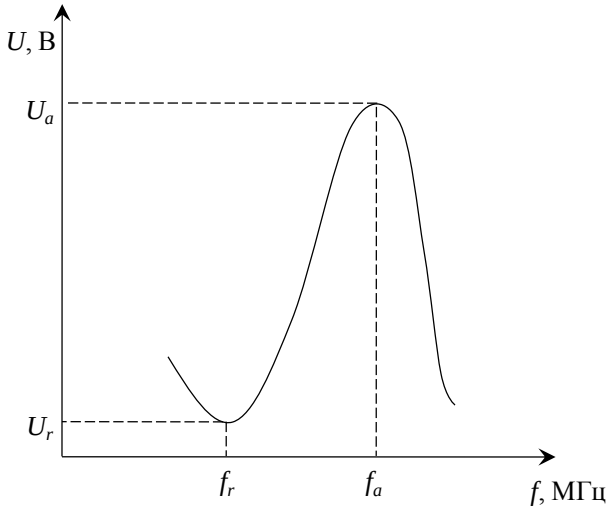


Рис. 2. Амплитудно-частотная характеристика пьезопластины

При изменении частоты генератора в схеме на осциллографе можно наблюдать резонанс (f_R) и антирезонанс (f_a) (рис. 2), через частоты которых можно найти значения C и L, по формулам [3]:

$$C = C_1\left[\left(\frac{f_a}{f_R}\right)^2 - 1\right], \tag{1}$$

$$L = \frac{1}{f_R^2 C 4\pi^2}. \tag{2}$$

Модуль импеданса R пьезопластины, подключенной к выходу генератора через сопротивление развязки R_p, определяется [4]:

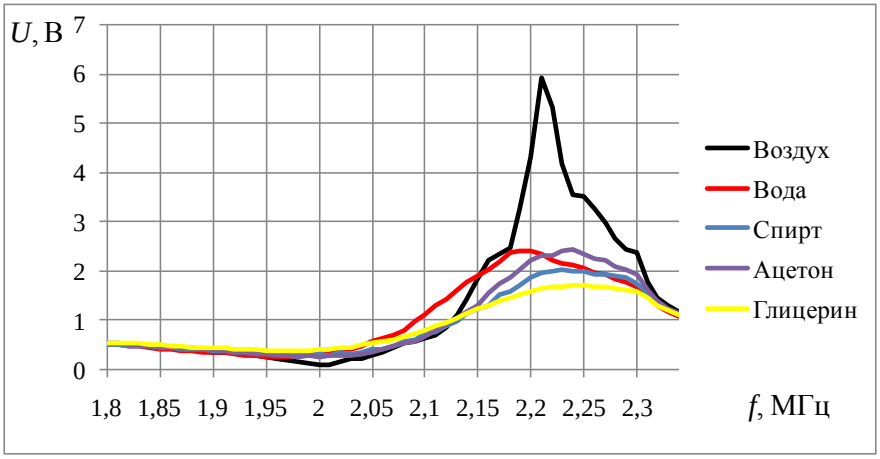
$$R = \frac{R_p}{\frac{U_\Gamma}{U} - 1}, \tag{3}$$

где U – напряжение снимаемое с пьезопластины.

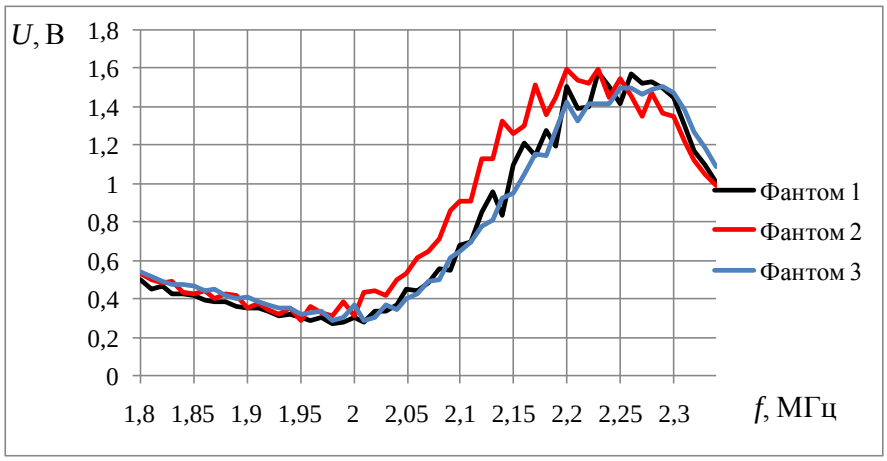
Когда пьезоэлемент находится в акустическом контакте с какой либо средой, он излучает акустические волны в среду и чем больше плотность среды в которой он находится, тем больше энергии излучается в эту среду, при этом возрастает сопротивление R, что ведет к уменьшению добротности колебательной системы. Сопротивление колеблющейся пьезопластины в воздухе характеризует ее внутренние потери при излучении.

Экспериментально исследованы АЧХ продольной пьезопластины (размеры 20х20х1, $C1$ = 5,8 нФ) нагруженной на среды (рис. 3, *а*): воздух (плотность ρ = 1,29 кг/м^3, скорость звука C_l = 343 м/с), вода (ρ = 1000 кг/м^3, C_l = 1500 м/с), спирт (ρ = 789 кг/м^3, C_l = 1180 м/с), ацетон (ρ = 790 кг/м^3, C_l = 1170 м/с), глице-

рин (ρ = 1260 кг/м^3, C_l = 1900 м/с) при подаче на нее с генератора $U_Г$ = 10 В через сопротивление развязки R_p = 350 Ом.



а



б

Рис. 3. Экспериментально полученные АЧХ продольной пьезопластины, нагруженной на различные среды

Из графика на рис. 3, *а* видно, что наибольшую амплитуду в области антирезонанса (f_a = 2,21 МГц, U_a = 5,96 В) и наименьшую в области резонанса (f_r = 2,01 МГц, U_r = 0,082 В) имеет АЧХ пьезопластины в воздухе, обладающем наименьшей плотностью и скоростью звука, в то время как глицерин, имеющий максимальные среди исследуемых жидкостей плотность и скорость звука – наоборот (f_a = 2,284 МГц, U_a = 1,52 В, f_r = 1,979 МГц, U_r = 0,372 В). При этом наблюдается сдвиг частоты антирезонанса в большую сторону, а резонанса - в меньшую. Остальные жидкости имеют промежуточные значения частот резонанса и антирезонанса между воздухом и глицерином.

Кроме АЧХ пьезопластины, нагруженной на жидкости, получены АЧХ пьезопластины, нагруженной на фантомы биологических мягких тканей разной плотности (фантом 1 ρ = 1100 кг/м^3, фантом 2 ρ = 1200 кг/м^3, фантом 3 ρ = 1400 кг/м^3) (рис. 3, *б*), на которых наблюдаются, помимо резонанса и антирезонанса, небольшие пики. Увеличение плотности фантома аналогично жидкостям на рис. 3, *а* приводит смещение и антирезонанса: фантом 1

f_a = 2,23 МГц, U_a = 1,58 В, f_r = 1,98 МГц, U_r = 0,274 В; фантом 2 f_a = 2,23 МГц, U_a = 1,6 В, f_r = 1,95 МГц, U_r = 0,284 В; фантом 3 f_a = 2,29 МГц, U_a = 1,51 В, f_r = 1,98 МГц, U_r = 0,288 В.

Результаты оценки электрических параметров эквивалентной схемы показаны в табл. 1, из которой видно, что увеличение плотности и скорости звука в среде приводит к увеличению емкости и сопротивления, т.к. чем плотнее среда, тем больше энергии в нее излучается, и уменьшению индуктивности. Анализируя эти изменения, можно получить значения акустических сопротивлений ρC исследуемых сред (табл. 2). В табл. 2, кроме измеренных значений акустических сопротивлений ρC, приведены табличные значения для известных жидкостей (спирт, ацетон, глицерин). Наблюдается небольшое отклонение табличных значений от измеренных, что обусловлено наличием различных примесей в жидкостях и погрешностью измерения.

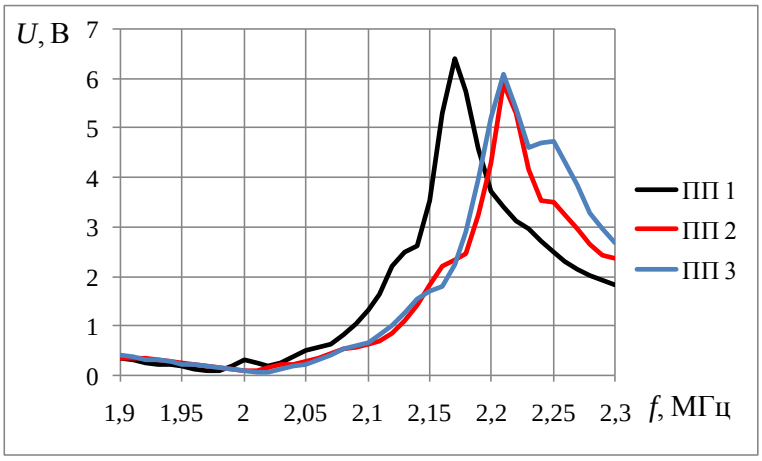
Таблица 1. **Электрические характеристики пьезопластины, нагруженной на различные среды, в режиме резонанса**

Среда	**Сопротивление *R*, Ом**	**Емкость *C*, нФ**	**Индуктивность *L*, мкГн**
воздух	1,9	1,12	5,58
вода	10,01	1,52	4,26
глицерин	13,52	1,79	3,61
ацетон	7,22	1,39	4,61
спирт	8,68	1,43	4,47
фантом 1	9,86	1,26	5,12
фантом 2	10,23	1,44	4,61
фантом 3	10,38	1,59	4,07

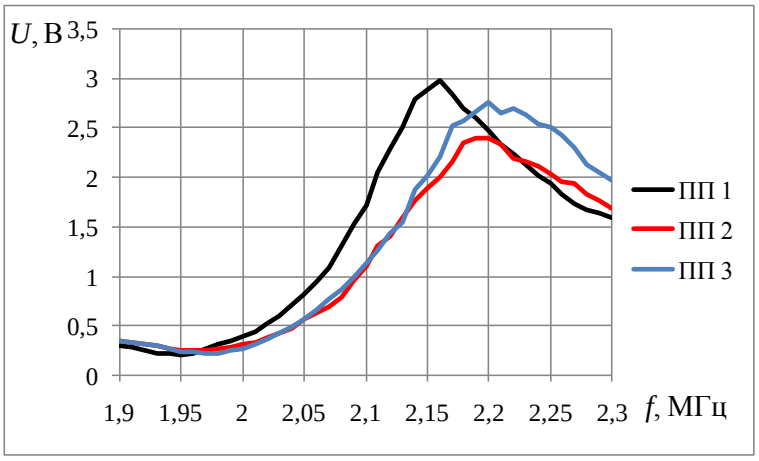
Таблица 2. **Результаты измерения акустического импеданса среды нагружающей пьезопластину**

Среда	**Акустический импеданс ρC, 10^6 кг/м^2·с (эксперимент)**	**Акустический импеданс ρC, 10^6 кг/м^2·с (табл.)**
глицерин	2,98	2,42
ацетон	0,82	0,92
спирт	1,11	0,93
фантом 1	2,3	–
фантом 2	3,2	–
фантом 3	3,95	–

Для оценки погрешности измерений выполнены измерения АЧХ трех пьезопластин одинаковых размеров 20х20х1 (емкость $C1$: пьезопластина 1 $C1$ = 4,7 нФ, пьезопластина 2 $C1$ = 5,8 нФ, пьезопластина 3 $C1$ = 4,9 нФ) из одного материала в одних и тех же условиях, нагруженых на воздух и на воду (рис. 4). Из графиков видно, что даже при одинаковых пьезопластинах параметры резонанса и антирезонанса могут отличаться, поэтому для повышения достоверности оценки свойств среды измерения необходимо проводить одной и той же пьезопластиной.



а



б

Рис. 4. АЧХ разных продольных пьезопластин, нагруженных на воздух (*а*) и воду (*б*): ПП – пьезопластина

Таблица 3. **Погрешность результатов измерения, обусловленная внешними факторами**

Частота резонанса f_r, МГц	**Напряжение U_r на f_r, В**	**Частота антирезонанса f_a, МГц**	**Напряжение U_a на f_a, В**
воздух			
2,010±0	0,082±0,006	2,210±0	5,960±0,016
вода			
1,969±0,003	0,287±0,004	2,228±0,004	1,864±0,018

Кроме самой пьезоплатины на погрешность измерения могут влиять различные случайные внешние факторы, такие как температура окружающей среды, электромагнитные и электрические помехи и т.п. Для оценки влияния внешних факторов выполнена серия измерений частоты и напряжения в области резонанса и антирезонанса с полным разбором экспериментальной установки, результаты показаны в табл. 3. Как видно из табл. 3 погрешности измерений, обусловленные внешними факторами имеют небольшие значения. Наибольшая погрешность измерения напряжения в области резонанса составила для пьезопластины нагруженной на воздух и не превышают 7%, для воды –

2%. Погрешность измерения напряжения в области антирезонанса и погрешности измерения частоты резонанса и антирезонанса составили менее 1%.

Таким образом, показано влияние физических свойств нагружающих пьезопластину сред на АЧХ и электрические характеристики самой пьезопластины, выявлена возможность оценки акустического импеданса среды основываясь на анализе изменения электрических характеристик пьезопластины в области резонанса при ее нагружении, результаты измерения удовлетворительно согласуются с табличными значениями.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-00051).

Список литературы

1. *Бергман Л.* Ультразвук / под ред. В.С. Григорьева и Л.Д. Розенберга; пер. Б.Г. Белкин, М.А. Исакович, Г.П. Мотулевич, Н.Н. Тихомирова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1957. – 723 с.
2. *Чуприн В.А.* Контроль жидких сред с применением ультразвуковых нормальных волн. – М.: Издательский дом «Спектр», 2015. – 218 с.
3. *Рудяк В.М.* Физика пьезоэлектриков. Учебное пособие. – Калинин : КГУ, 1986. – 77 с.
4. *Буденков Г.А., Недзвецкая О.В.* Физические основы и методы акустического контроля. Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальности 19.02. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 1997. – 48 с.

Злобин Д.В., к.т.н., доцент;
Волкова Л.В., к.т.н., доцент, e-mail: ludmila396@rambler.ru;
Гущина Л.В., магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Исследование чувствительности биморфных пьезопреобразователей для решения задач электронной аускультации

Аннотация. В статье представлены исследования по выбору датчика системы электронной аускультации, обеспечивающего максимальную чувствительность при приеме звуковых сигналов дыхательной системы и сердечных сокращений. По результатам исследований оценена чувствительность и установлена возможность использования ряда стандартных пьезопреобразователей.

Ключевые слова: электронный фонендоскоп, биморфный преобразователь, аускультация, чувствительность

Процедура аускультации играет важную роль в постановке диагноза пациенту. На сегодняшний момент для аускультации используют традиционные акустические фонендоскопы, которые являются основным прибором для диа-

гностики сердечно-сосудистых и дыхательных заболеваний. Основной проблемой акустических фонендоскопов является низкий уровень сигнала, обусловлены пассивным методом приема сигнала. Современные исследования показывают, что постановка диагноза с использованием акустического фонендоскопа не всегда является достоверной и зависит от квалификации врача, а применение современных средств диагностики бывает труднодоступным для пациента. Указанные проблемы решаются использованием электронного фонендоскопа (ЭФ), принцип действия которого аналогичен акустическому, однако звук преобразуется в электрический сигнал, который передается врачу по электрическим проводам в закрытые головные телефоны (излучатели). Функционально электронные фонендоскопы включают в себя усилители сигнала, фильтры, в некоторых случаях устройства записи для хранения данных. Конструктивно ЭФ состоит из следующих основных частей: источник питания, датчик, предварительный усилитель, фильтр низких частот, усилитель мощности. Одним из главных элементов фонендоскопа является приемный преобразователь, который может быть выполнен в виде простого акустического микрофона, а также в виде специально разработанного электромеханического преобразователя, у которого механический импеданс соответствует поверхности ткани тела человека.

На современном рынке представлено множество видов электронных фонендоскопов с преобразователями в виде микрофонов, однако они имеют высокий уровень шумов и зачастую несоразмерно высокую стоимость, не всегда соответствующую качеству прибора.

Целью данной работы был выбор чувствительного элемента преобразователя фонендоскопа, позволяющего обеспечить достаточный уровень сигнала сердцебиения и дыхания, а также минимальный уровень шумов внешней среды.

Основным вопросом при разработке акустической части фонендоскопа является выбор типа и определение конструкции приемного пьезопреобразователя (ПЭП). По совокупности характеристик (чувствительность, частотная характеристика) наиболее оптимальным является использование ПЭП биморфного типа. Вопросам электрического согласования ПЭП данного типа и выбора оптимальной элементной базы для усилителя посвящены работы [1–2].

Во многих пьезоэлектрических приборов применяются так называемые биморфные (двойные) пьезоэлементы. Биморфный пьезоэлемент состоит из двух пластинок, работающих совместно. При этом изгибные смещения пластин трансформируются в гораздо более высокие значения выходного напряжения, нежели при воздействии растяжения-сжатия. Такая система обратима, т. е. может работать и как телефон и как микрофон [3].

Методика тестирования заключалась в следующем: с помощью осциллографа оценивался уровень выходного напряжения датчика, соответствующий дыхательным шумам, выслушиваемых в местах аускультации легких на передней поверхности грудной клетки. В качестве исследуемых преобразователей были использованы различные модели стандартных биморфных преобразователей. Их отличает высокая доступность (ввиду широкого их использования в качестве компактных излучателей, например в различных сигнализаторах или наручных часах), простота конструкции, большой диапазон габаритных разме-

ров. Были протестированы следующие типы ПЭП: W-05 ULTRASONIC, W-08A ULTRASONIC, 3П-2, FML-27T-3.9A1-100 [4–6]. Необходимо отметить, что некоторые из протестированных ПЭП не являются биморфными в классическом понимании, так как состоят из одной пьезопластины и металлического основания. Однако, при этом, сохраняется принцип работы, аналогичный биморфным ПЭП, то есть приложенное напряжение вызывает изгибные колебания конструкции. Внешний вид представлен на рис. 1, основные характеристики некоторых моделей представлены в табл. 1.

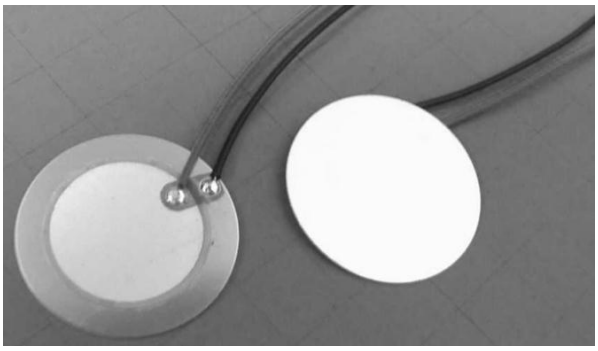


Рис. 1. Внешний вид биморфного пьезопреобразователя

Таблица 1. **Основные характеристики ПЭП**

Тип ПЭП	**Диаметр, мм**	**Резонансная частота, кГц**	**Диапазон рабочих частот, кГц**	**Максимальная амплитуда питающего напряжения, В**
W-05 ULTRASONIC	51	22	4…50	До 30
W-08A ULTRASONIC	37,8	25	4…50	До 10
3П-2	23	4	1…5	До 3
FML-27T-3.9A1-100	27	3,9	1…7	До 10
FML-27T-3.9A1-100	31	4	1,5…8	До 20



Рис. 2. Расположение точка прослушивания

Сравнение чувствительности производилось в точке аускультации, показанной на рис. 2, в которой одновременно прослушиваются как дыхательные шумы, так и пульсовая волна. Оценивалась чувствительность по обоим типам сигналов. Результаты исследования представлены в табл. 2.

Таблица 2. **Сравнительная чувствительность биморфных преобразователей**

Модель ПЭП	Амплитуда по дыханию, мВ	Амплитуда по сердечным сокращениям, мВ	Электрическая емкость, нФ
ЗП-2	6	11	17
FML-27T	4	10	26
FML-31T	10	25	54
W-05	7	13	120
W-08A	3,2	5	203

Исследования показали, что ПЭП на базе биморфного элемента ЗП-2, обладает достаточно высокой чувствительностью и может быть использован в качестве приемного датчика фонендоскопа. Однако, его применение может быть затруднено невысокой доступностью данного типа преобразователей.

Остальные исследованные преобразователи обеспечивают чувствительность, сопоставимую с ПЭП ЗП-2, что позволят использовать их в качестве недорогой и доступной альтернативы. Кроме того, перечисленные ПЭП обладают повышенной собственной емкостью, что даст возможность нагружать ПЭП более низким сопротивлением. Это позволяет получить выигрыш в отношение сигнал-шум усилительного тракта (снижение уровня наводимых шумов)

Таким образом, наиболее эффективными показали себя ПЭП W-05 ULTRASONIC и FML-27T-3.9A1-100, обеспечивающие наибольшую амплитуду по дыханию и сердечным сокращениям, именно эти модели являются наиболее оптимальным выбором для целей создания электронного фонендоскопа.

Работа выполнена в рамках проекта № 3.751.2014/К госзадания Минобрнауки РФ на 2014–2016 гг. в ИжГТУ имени М.Т. Калашникова.

Список литературы

1. *Злобин Д.В., Гущина Л.В.* Оптимизация приемно-усилительного тракта электронного фонендоскопа // Сб. мат. конф. «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства». – Ижевск : ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014. – С. 180–185.
2. *Волкова Л.В., Злобин Д.В., Гущина Л.В.* Элементная база устройства медицинской аускультации // Сб. мат. конф. «Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса». – Ижевск : ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С. 269–272.
3. *Жук М.С.* Журнал Радио 3 номер 1947 год. Современная пьезоаппаратура [Электронный ресурс] // Chipinfo [Сайт]. – URL: http://www.chipinfo.ru/literature/radio/194703/p16-20.html (дата обращения: 19.02.2015).
4. Пьезоизлучатель W-05 ULTRASONIC 2.83V 95DB [Электронный ресурс] // Магазин радиоэлектроники «Радио» [Сайт]. – URL: http://radio18.ru/product/98862 (дата обращения: 25.02.2015).
5. Пьезоизлучатель W-08A ULTRASONIC [Электронный ресурс] // Магазин радиоэлектроники «Радио» [Сайт]. – URL: http://radio18.ru/product/101904 (дата обращения: 25.02.2015).

6. Пьезоизлучатель FML-27T-3.9A1-100 [Электронный ресурс] // Магазин радиоэлектроники «Радио» [Сайт]. – URL: http://radio18.ru/product/101826 (дата обращения: 25.02.2015).

УДК 681.586.4+620.179

Д.В. Злобин, к.т.н., доцент;
Л.В, Гущина, магистрант, e-mail: sssoryforme@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Акустические преобразователи для контроля линейно-протяженных объектов крутильными волнами

Аннотация. Описана система акустических преобразователей, реализующая волноводную методику неразрушающего контроля прутков крутильной волной. Показаны преимущества преобразователей и методики с использованием крутильной волны по сравнению с применением стержневой моды S_0.

Ключевые слова: акустический контроль, крутильная волна, излучающие и приемные преобразователи, линейно-протяженные объекты

Разработанная в ИжГТУ, на кафедре ПМИКД технология контроля линейно-протяженных объектов стержневыми акустическими волнами предполагает использование ЭМА возбуждения в сочетании с приемником на основе пьезопреобразователя (ПЭП). Конструкция и расположение датчиков контроля представлена на рис. 1. Такая комбинация обеспечивает высокую амплитуду принятого сигнала (и, как следствие, высокое отношение сигнал-шум, достигающее на некоторых марках стали 80 дБ). При таком качестве сигнала возможно выявление дефектов, отношение размера которых к площади поперечного сечения прутка составляет порядка 0,001 [1]. То есть, использование данной технологии делает возможным, например, выявление волосовин с линейными размерами 1*0,01 мм в прутках диаметром 19 мм. Безусловно, при всех достоинствах данной методики, существуют пути ее дальнейшего улучшения как в плане улучшения выявляемости дефектов, так и технологичности процедуры контроля.

Ограничения метода связаны, в основном, с применением ПЭП контактного типа и заключаются в следующем:

– высокие требования к качеству торца объекта контроля;

– использование контактной смазки, постоянное воздействие которой снижает срок службы преобразователя;

– наличие дисперсии моды A_0 и поглощение контактным преобразователем акустической энергии при каждом переотражении приводит к невозможности использования ряда дополнительных информативных параметров, повышающих чувствительность и достоверность метода.

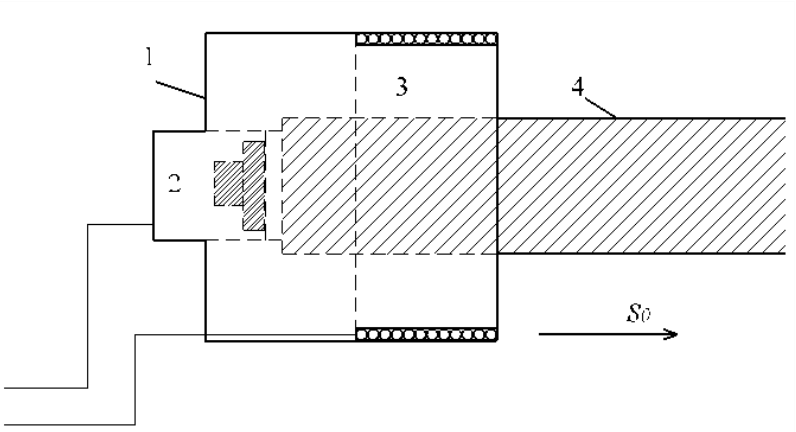


Рис. 1. Конструкция и расположение датчиков контроля: 1 – корпус, 2 – приемный ПЭП, 3 – излучающий ЭМА преобразователь, 4 – объект контроля

Дополнительными параметрами при контроле могут служить: амплитуда импульса от дефекта на втором и последующих отражениях, коэффициент затухания серии отраженных импульсов, а также точные значения скорости распространения стержневой волны [2].

Преодолению описанных выше проблем может способствовать использование в методике контроля линейно-протяженных объектов крутильной волны вместо стержневой. Помимо отсутствия дисперсии ввиду постоянства скорости (крутильная волна в прутке является поперечной), крутильная волна обеспечивает в ряде случаев более высокую чувствительность методики к дефектам [3]. Для внедрения в практику контроля методики с использованием крутильной волны необходима модификация аппаратного обеспечения данной технологии, в первую очередь требуется разработка эффективных приемных и излучающих преобразователей [4–10]. Основными требованиями, предъявляемыми к ним, являются:

– высокая эффективность, обеспечивающая отношение сигнал-шум, сопоставимое с ПЭП для продольной волны;

– минимальное влияние преобразователя на амплитуду и форму сигнала для реализации методики многократных отражений;

– отсутствие внутренних резонансов и взаимовлияния излучающего и приемного преобразователей в случае совмещенной конструкции для обеспечения минимальной длительности принятого импульса;

– технологичная, легко повторяемая конструкция.

С учетом данных требований была разработана показанная на рис. 2 конструкция раздельно-совмещенного пьезопреобразователя крутильной волны. В таблице 1 представлены характеристики преобразователя. Ее основными компонентами являются излучающая и приемная пьезопластины, взаимовлияние которых минимизируется их расположением на противоположных сторонах корпуса преобразователя и демпфирующим наполнителем. Возбуждение и прием крутильных волн осуществляется за счет трансформации касательных сил от действия крутильной волны F_t в продольные силы F_l, действующие на пьезо-

пластину, расположенную под углом 90 к поверхности объекта контроля. Преобразователь устанавливается на поверхность объекта вблизи торца, фиксация положения происходит за счет установленного в корпусе магнита. Реализация данного метода возбуждения-приема крутильной волны не требует применения контактной жидкости, не предъявляет особых требований к контактной поверхности. Кроме того, небольшая площадь контакта преобразователя с объектом обеспечивает возможность реализации метода многократных отражений без внесения погрешностей в амплитудные параметры импульсов.

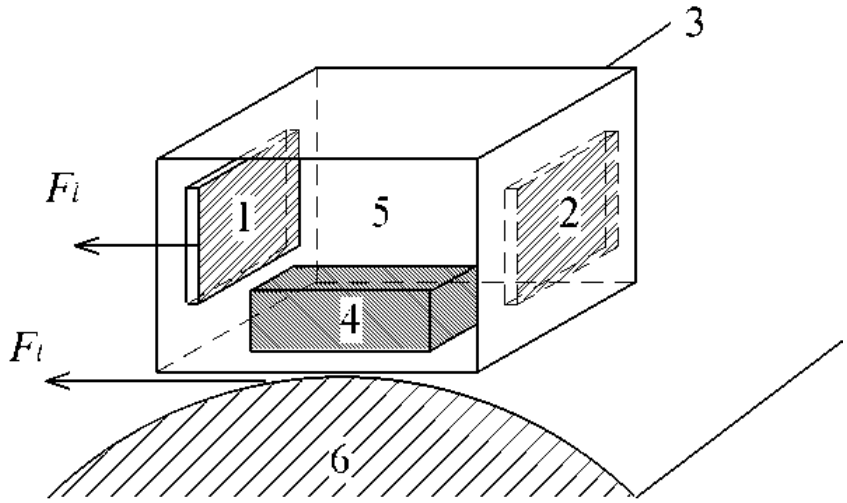


Рис. 2. Конструкция раздельно-совмещенного пьезопреобразователя крутильной волны: 1 – излучающая пьезопластина, 2 – приемная пьезопластина, 3 – корпус, 4 – магнит, 5 – демпфер, 6 – объект контроля

Таблица 1. **Характеристики преобразователя**

Параметр	**Значение**
Тип преобразователя	раздельно-совмещенный
Тип волны	крутильная
Напряжение возбуждения не более, кВ	1
Помехозащищенность не менее, дБ	40
Рабочая частота, кГц	20–50
Мертвая зона не более, мм	200
Габариты, мм	10x10x15
Масса, г	25

Испытания разработанного преобразователя на реальных объектах (прутки из различных марок инструментальных сталей диаметром 4–20 мм) показали:

– преобразователем обеспечивается уверенное возбуждение крутильной волны при малой зависимости от диаметра объекта, марки стали и качества поверхности. Амплитуда принятого сигнала при напряжении возбуждения 180 В составила 10–15 мВ;

– обеспечивается высокая помехозащищенность преобразователя (малые коэффициенты возбуждения и чувствительность к мешающим типам волн);

– отношение сигнал/шум сигнала преобразователя позволяет получить чувствительность к дефектам, сопоставимую с методикой ЭМА-пьезо на продольной волне. Дальнейшее повышение чувствительности может быть достигнуто оптимизацией параметров приемной и излучающей пьезопластин, разработкой симметричной многоэлементной конструкции преобразователя;

– отсутствие необходимости нанесения контактной жидкости и нетребовательность к качеству поверхности объекта позволяют значительно упростить процедуру контроля, обеспечить высокую метрологическую повторяемость результатов.

Таким образом, разработанная конструкция раздельно-совмещенного преобразователя крутильных волн позволит существенно повысить эффективность методики контроля линейно-протяженных объектов за счет сокращения времени процедуры контроля, повышения метрологических показателей и возможности использования дополнительных информативных параметров для комплексной оценки результатов.

Работа выполнена по проекту № 3.751.2014/К государственного задания Министерства образования и науки РФ ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова» на 2014–2016 гг. в рамках проектной части проведения научно-исследовательских работ.

Список литературы

1. *Буденков, Г.А.* Основные закономерности взаимодействия волн Похгаммера с дефектами / Г.А. Буденков, О.В. Недзвецкая // Дефектоскопия, 2004, №2. – С. 33–46.
2. *Буденков Г.А., Буденков Б.А., Лебедева Т.Н., Злобин Д.В.* Акустическая дефектоскопия прутков с использованием многократных отражений // Дефектоскопия, 2004, №8. – С. 52–58.
3. *Буденков Г.А.* Взаимодействие крутильных волн с продольными трещинами прутков и труб / Г.А. Буденков, О.В. Муравьева, Д.В. Злобин**,** С.А. Мурашов // Тр. науч.-техн. конф. «Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства» (Ижевск, 13–14 апреля 2004 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – С. 353–358.
4. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Фокеева Е.Н.* Анализ сравнительной достоверности акустических методов контроля пруткового проката из рессорно-пружинных сталей // Дефектоскопия. – 2014. – № 8. – С. 3–12.
5. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Кокорина Е.Н.* Акустическая структуроскопия и дефектоскопия прутков из стали 60С2А при производстве пружин с наноразмерной структурой // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2013. – № 4. – С. 66–70.
6. *Муравьева О.В., Муравьев В.В., Кокорина Е.Н., Стерхов В.Д., Малютин Д.В.* Оптимизация систем подмагничивания проходных электромагнитно-акустических преобразователей объемных волн для неразрушающего кон-

троля пруткового проката // Датчики и системы. – 2013. – № 2 (165). – С. 2–9.
7. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Кокорина Е.Н.* Контроль качества термической обработки прутков из стали 60С2А электромагнитно-акустическим методом // Дефектоскопия. – 2013. – № 1. – С. 20–32.
8. *Муравьева О.В., Муравьев В.В., Стрижак В.А., Кокорина Е.Н., Лойферман М.А.* Реальная чувствительность входного акустического контроля прутков-заготовок при производстве пружин // В мире неразрушающего контроля. – 2013. – № 1 (59). – С. 52–60.
9. *Смирнов А.Н., Муравьев В.В., Фольмер С.В.* Структурно-фазовое состояние и ресурс длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов, перспективы дальнейшего развития методов оценки работоспособности // Контроль. Диагностика. – 2009. – № 1. – С. 22–32.
10. *Смирнов А.Н., Муравьев В.В., Хапонен Н.А.* Акустический критерий предельного состояния длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 5. – С. 19–23.

Костромин А.Д., магистрант, e-mail: slipten93@gmail.ru;
Стародубцева В.А., к.т.н., профессор, e-mail: starodubceva_v_a@istu.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ энергетических режимов работы тягового электропривода гибридного автомобиля

Аннотация. В современном мире очень важен прогресс. Например, в машиностроении прогрессом и важным аспектом является оптимизация работы автомобиля, улучшение его характеристик и показателей. Одним из таких толчков в развитии машиностроения стал гибридный автомобиль. В данной статье представлена гибридная цепь привода автомобиля на основе параллельной схемы соединения двигателя внутреннего сгорания и электрического двигателя.

Рассмотрены режимы работы привода, функциональная и структурная схемы, описана работа каждого блока автомобиля в целом. Целью статьи является изучение и ознакомление с гибридным приводом автомобиля, исследование взаимодействия двигателя внутреннего сгорания и электрического двигателя.

Ключевые слова: гибридный автомобиль, тяговый электропривод, двигатель внутреннего сгорания, электрический двигатель, взаимодействие, параллельная схема

Существует несколько типов схем соединения двигателя внутреннего сгорания и электрического двигателя в гибридном автомобиле: параллельная, последовательная и последовательно-параллельная.

Последовательная схема гибридного транспортного средства подразумевает использование одного двигателя в качестве основного, обычно этим

двигателем является электрический двигатель, а двигатель внутреннего сгорания (ДВС) выполняет вспомогательную роль, раскручивая генератор.

Последовательно-параллельная схема – гибридные автомобили предусматривают одновременную совместную работу двигателей – ДВС и электрического.

Параллельная схема соединения. Такое устройство подразумевает совместную работу электрического двигателя и ДВС. Подобное транспортное средство (ТС) практически ничем не отличается от обычного автомобиля, основным источником энергии для движения является ДВС, и лишь в некоторых случаях дополнительно подключается электромотор. Для обеспечения их параллельной работы в составе гибридного автомобиля используются специальные муфты и коробки передач.

В качестве предмета исследования используем параллельную схему соединения электрического двигателя и ДВС.

Принципиальной особенностью построения параллельной схемы ТЭА является наличие двух самостоятельных цепей. Одной цепью является двигатель внутреннего сгорания (ДВС), передающий механическое усилие колесам автомобиля, а второй параллельной цепью является электрический привод, тем самым электродвигатель взаимодействует с ДВС через соединение с первой цепью. С помощью параллельной схемы автомобиль приводится в движение используя два источника энергии.

Главные отличия параллельной схемы: 1) отсутствует необходимость использования генератора; 2) используется электрический двигатель меньшей мощности; 3) отсутствует многократное преобразование мощности от ДВС к ведущим колесам. Следовательно, повышается эффективность привода. Минус данной схемы – более сложное управление из-за механического соединения ДВС с колесами.

Структурная схема ТЭА представлена на рис. 1.

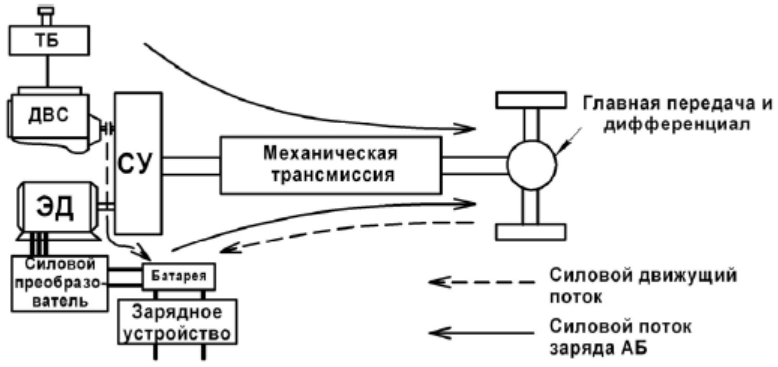


Рис. 1. Структурная схема ТЭА (параллельная схема)

В параллельной схеме присутствует специальное соединительное устройство (СУ). Оно предназначено для объединения силовых потоков ДВС и электрического двигателя (ЭД). В соединительном устройстве происходит сложение вращающихся моментов ДВС и ЭД, их скоростей. Энергия от ЭД и ДВС поступает на СУ, которое в свою очередь передает вращательный момент и

скорость на главную передачу и дифференциал. Часть энергии также передается аккумуляторной батарее (АБ) через силовой преобразователь.

Как происходит взаимодействие водителя и автомобиля? Рассмотрим режим работы ТЭП и его функциональную схему.

Функциональная схема ТЭА, выполненного по параллельной схеме, представлена на рис. 2, *а*. В состав схемы ТЭА входят блоки ДВС, тягового электрического двигателя (ТЭД),трансмиссии, источника максимальной мощности, центральный и местные блоки системы управления и соединительное устройство.

Функциональная схема системы управления ТЭА, выполненной по параллельной схеме, представлена на рис. 2, *б*.

Система содержит два уровня блоков управления верхний (высокий) и нижний. Верхний уровень представляет собой центральный блок управления и контроля автомобиля, функционирующий как командный блок. Он формирует и посылает управляющие сигналы блокам управления нижнего уровня – блокам управления тепловым двигателем (ДВС), тяговым электродвигателем (ТЭД) и механическим тормозом. Центральный блок формирует управляющие сигналы анализируя команды оператора и сигналы обратных связей блоков нижнего уровня.

С помощью системы управления производится выбор необходимого эксплуатационного режима работы привода. Рассмотрим эти режимы (все они представлены на рис. 3):

а) Режим движения от электродвигателя. Скорость автомобиля меньше V', где V' – скорость ниже которой ДВС работает неустойчиво. АБ разряжается:

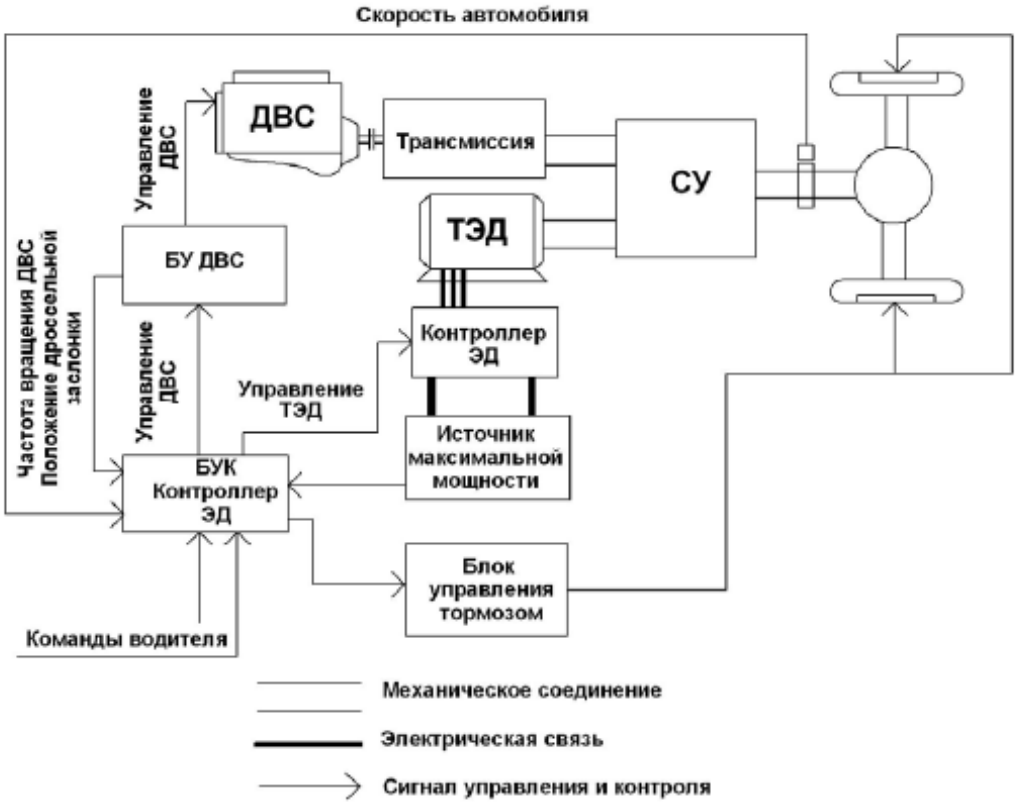
$$P_{\text{двс}} = 0, \quad P_{\text{эд}} = P_{\text{с}} / \eta_1, \quad P_{\text{р.аб}} = P_{\text{эд}} / \eta_{\text{эд}},$$

где $P_{\text{с}}$ – требуемая нагрузочная мощность на ведущих колесах; η_1 – КПД передачи от ЭД до ведущих колес; $P_{\text{р.аб}}$ – мощность разряда АБ; $P_{\text{эд}}$ – мощность ЭМ в режиме электродвигателя; $\eta_{\text{эд}}$ – КПД электродвигателя.

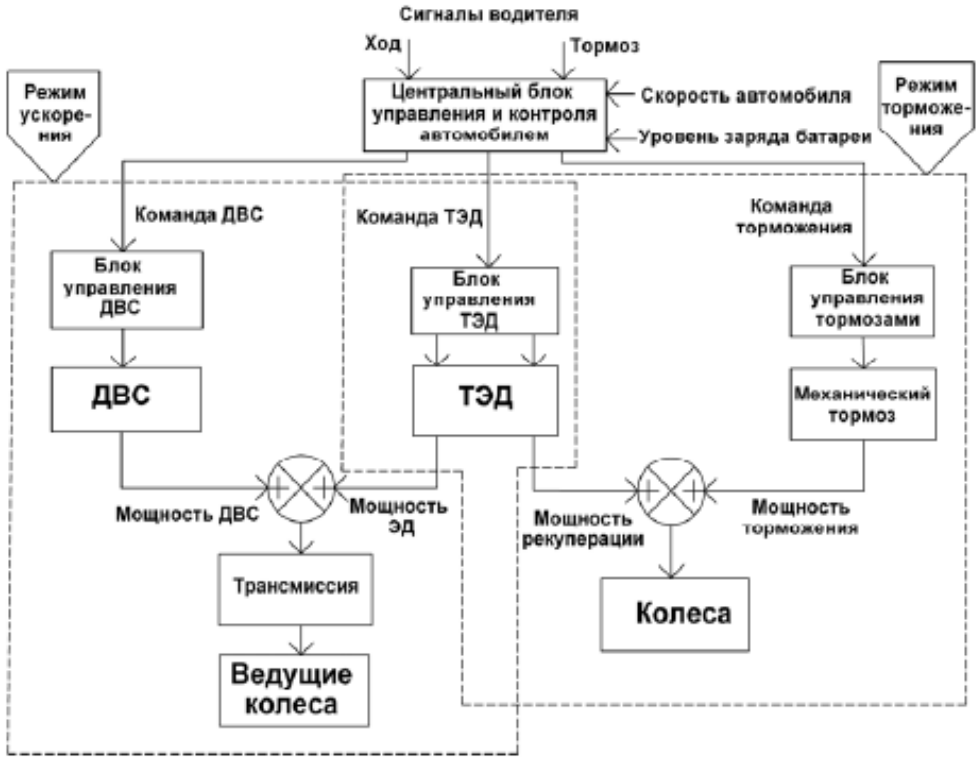
б) Режим движения от ДВС и ЭД ($P_{\text{с}} > P_{\text{двс.опт}}$). Требуемая нагрузочная мощность ДВС, представленная в точке А, больше мощности ДВС при его работе на оптимальной рабочей характеристике. ДВС с помощью дроссельной заслонки переводится в оптимальный режим на характеристику (3). Остальную мощность от кривой (3) до точки А поставляет ЭД:

$$P_{\text{эд}} = (P_{\text{с}} - P_{\text{двс}} * \eta_2) / \eta_1, \quad P_{\text{р.аб}} = P_{\text{эд}} / \eta_{\text{эд}},$$

где η_2 – КПД передачи от ДВС до ведущих колес; $P_{\text{р.аб}}$ – мощность разряда АБ.



а



б

Рис. 2. Функциональные схемы:
ТЭА (параллельная схема ТЭА) (*а*); системы управления ТЭА (*б*)

в) Режим движения от ДВС при одновременном заряде АБ ($P_с < P_{двс.опт}$). Требуемая нагрузочная мощность, представленная в точке Б, меньше мощности ДВС в оптимальном режиме, и уровень заряда АБ меньше максимального уровня. В этом случае контроллер ЭМ переводит машину в режим работы генератором, ротор которого вращается за счет ДВС, и ДВС выходит на оптимальную характеристику:

$$P_{з.аб} = (P_{двс} - P_с / \eta_2) / \eta_3, \quad P_{двс} = P'_с + P'_{з.аб},$$

где η_3 – КПД передачи от ДВС до АБ.

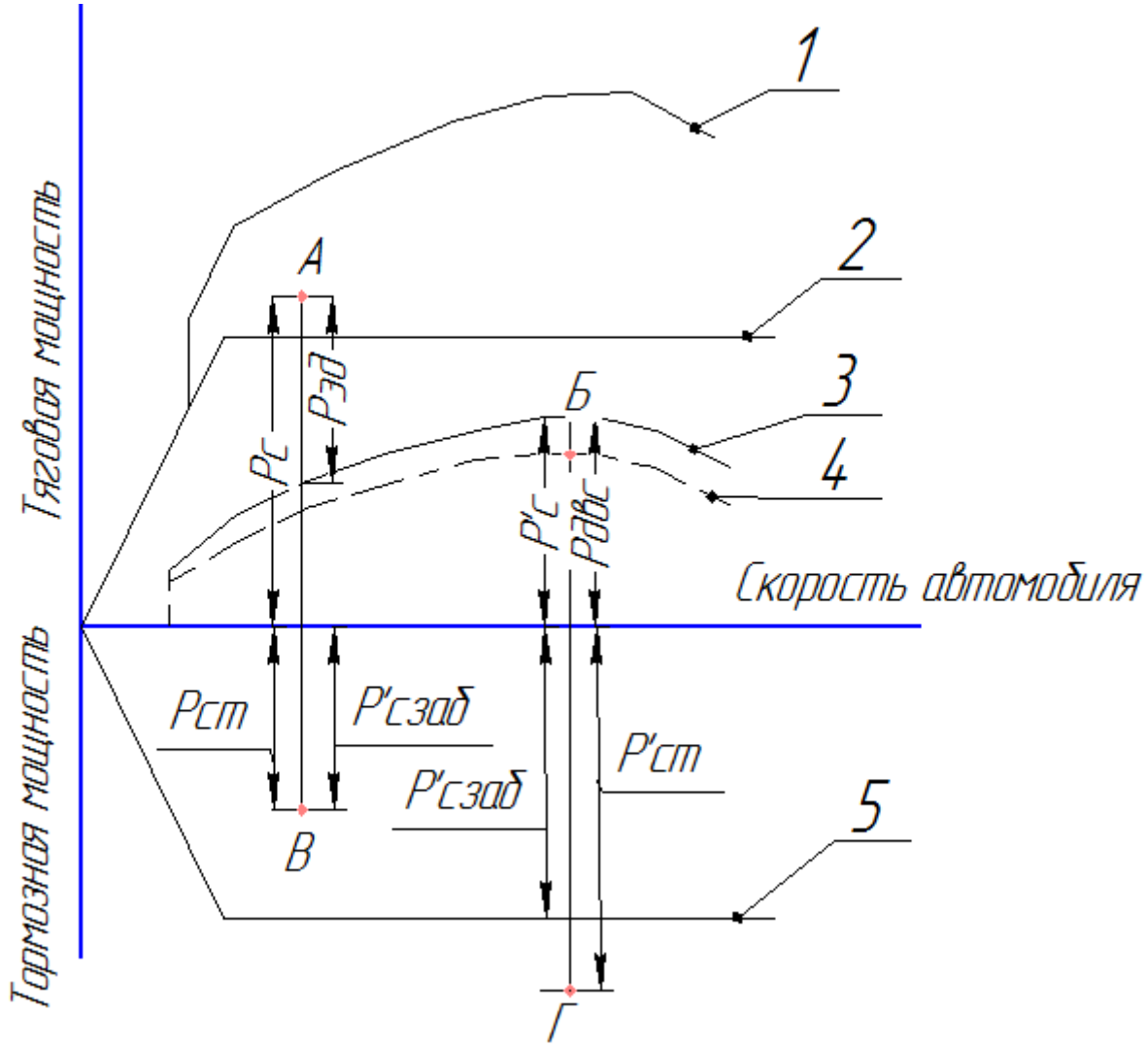


Рис. 3. График мощности в соответствии с заданным режимом:
1 – максимальная мощность в гибридном режиме, 2 – максимальная мощность в тяговом режиме от ЭД, 3 – мощность ДВС в оптимальном режиме нагрузки, 4 – мощность ДВС с частичной нагрузкой, 5 – максимальная мощность ЭМ в генераторном режиме; $P_С$ – нагрузочная мощность (или тормозная), $P_{ДВС}$ – мощность ДВС, $P_{ЭД}$ – тяговая мощность ЭД, $P'_{с.заб}$ – тормозная мощность заряда АБ (тормозной режим), $P_{с.мех.т.}$ – мощность механического тормоза, $P'_{с.заб}$ – мощность заряда АБ (тяговый режим)

г) Режим движения от ДВС ($P_{\text{с}} < P_{\text{двс.опт}}$). Требуемая нагрузочная мощность, представленная в точке Б, меньше мощности ДВС на оптимальной рабочей характеристике, а уровень заряда АБ имеет максимальное значение. ДВС работает на частичной характеристике (4), реализуя движение автомобиля:

$$P_{\text{двс}} = P_{\text{с}} / \eta_2, \quad P_{\text{эд}} = 0, \quad P_{\text{з.аб}} = 0.$$

д) Режим рекуперативного торможения. Когда требуемая тормозная мощность меньше максимальной мощности рекуперативного торможения, которую может поддержать электрическая система (в точке В на рис. 3), электродвигатель переводится в генераторный режим и заряжает АБ:

$$P_{\text{с.т.}} = P_{\text{с.з.аб}} / \eta_4 = P'_{\text{с.з.аб}}, \quad P_{\text{с.з.аб}} = P_{\text{с.т.}} \cdot \eta_4,$$

где η_4 – КПД передачи от колеса до АБ.

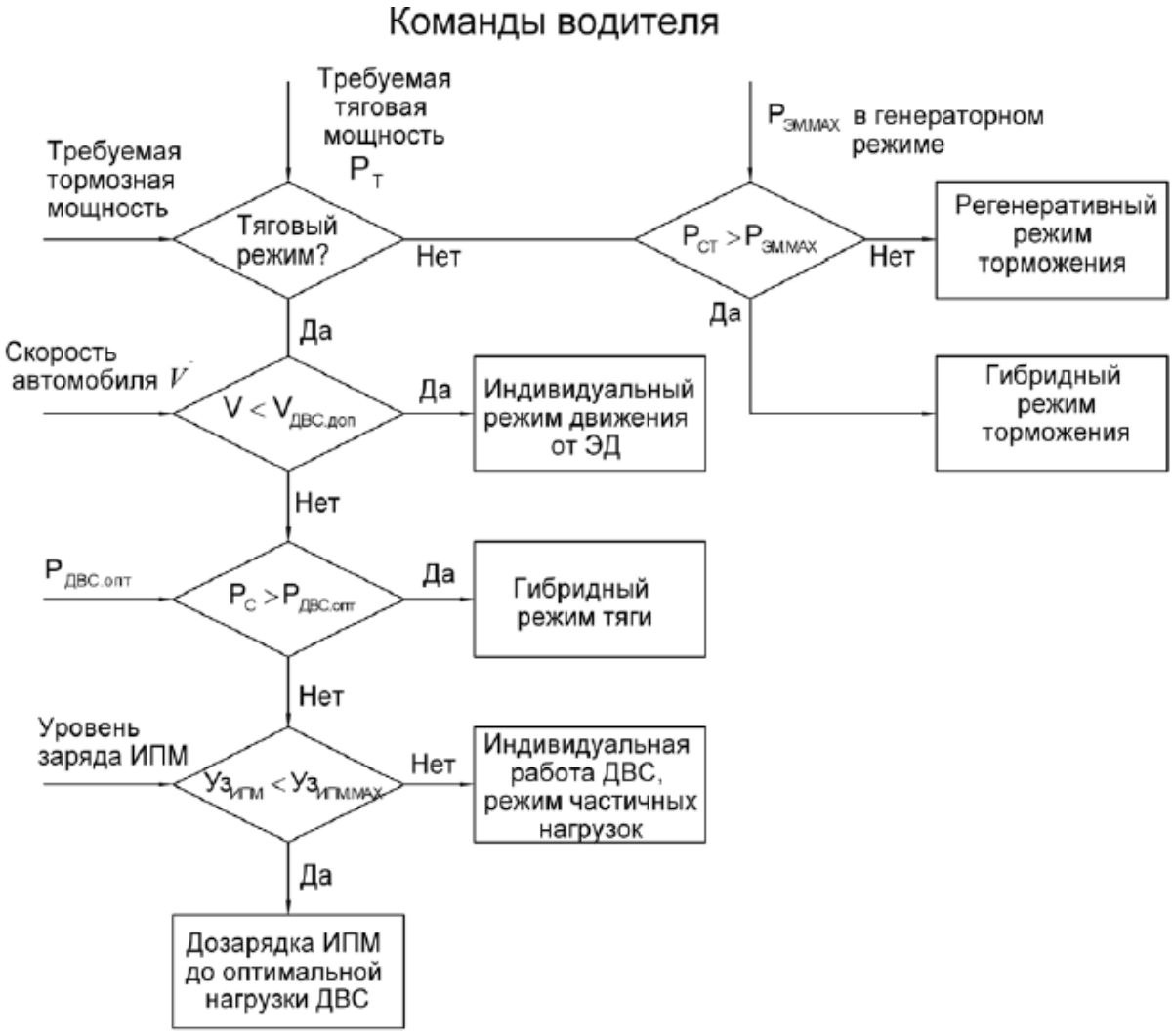


Рис. 4. Схема алгоритма управления

е) Режим комбинированного торможения. Когда требуемая тормозная мощность превышает максимальную мощность рекуперативного торможения, которую может обеспечить электрическая система (на рис.3), необходимо использование дополнительного торможения с помощью механического тормоза:

$$P_{\text{с.т.}} = P_{\text{с.з.аб}} / \eta_4 + P_{\text{с.мех.т.}} = P'_{\text{с.з.аб}} + P_{\text{с.мех.т}},$$

где $P_{\text{с.мех.т}}$ – тормозная мощность, создаваемая механическим тормозом.

На рис. 4 представлена схема алгоритма управления при взаимодействии водителя и автомобиля. Контроллер транспортного средства получает команды от водителя и в соответствии с этим, анализируя сигналы обратных связей от всех компонентов, принимает решения на применение определенных операций.

Вывод: Взаимодействие двигателя внутреннего сгорания и электрического двигателя в гибридной цепи привода автомобиля позволяет получать оптимальную мощность и скорость, демонстрируя наилучшие показатели. Благодаря контролирующим устройствам в цепи привода обеспечивается оптимальный расход ресурсов автомобиля в целом и выполнение команд водителя.

С помощью системы управления производится выбор необходимого эксплуатационного режима работы привода, в зависимости от требуемых задач.

Полученный график мощности демонстрирует расход мощности в соответсвии с заданным режимом.

Список литературы

1. *Богданов К.* Тяговый электропривод автомобиля. – М.: МАДИ, 2009. – 56 с.
2. *Чиликин М.Г.* Общий курс электропривода. Учебник для вузов. – Изд. 5-е. – М. : Энергия, 1971. – 570 с.
3. *Златин П.А.* Электромобили и гибридные автомобили / П.А. Златин, В.А. Кеменов, И.П. Ксеневич. – М.: Агроконсалт, 2004 г. – 416 с.

Мельников А.В., магистрант, e-mail: alexey.mel.v@yandex.ru;
Стародубцева В.А., к.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ возможности перевода электрического привода в устойчивый режим работы

Аннотация. Целью данной работы является перевод рабочей точки электрического привода без согласующей передачи двигателя с производственным механизмом, при условии, что скорость производственного механизма не стандартна. Устой-

чивый режим работы электродвигателя достигается путем изменения его технических характеристик и частоты питающего напряжения.

Ключевые слова: электрический привод, асинхронный двигатель, электрический привод без согласующей передачи, устойчивый режим работы, изменение частоты напряжения

Электрический привод – это управляемая электромеханическая система, предназначенная для преобразования электрической энергии в механическую и обратно и управления этим процессом [1]. Он является основным потребителем электрической энергии (до 60 %) и главным источником механической энергии в промышленности [2].

Основным элементом электропривода является электрический двигатель, который приводится в движение от источника электроэнергии. Не всегда скорость вращения двигателя совпадает со скоростью вращения рабочего органа производственного механизма, поэтому между двигателем и рабочим органом исполнительного механизма устанавливают согласующую передачу. [1]

Бывают случаи, когда установка согласующей передачи в электрический привод невозможна по разным причинам, например, ограниченный уровень шума, ограниченные габариты привода и др. В таких случаях можно спроектировать электрический двигатель с требуемыми техническими характеристиками.

При проектировании двигателя в первую очередь необходимо определить тип электрической машины. Существуют четыре вида электромашин получившие широкое распространение: машины постоянного тока, трехфазные асинхронные с короткозамкнутым ротором, с фазным ротором и синхронные машины. В статье будем рассматривать трехфазный асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором.

Принцип действия асинхронной машины основан на законе электромагнитной индукции, открытом М.Фарадеем, и работах Д.Максвелла и Э.Ленца.

Частота вращения ротора всегда отличается от частоты вращения магнитного поля, так как в случае совпадения этих частот вращающееся магнитное поле не будет пересекать обмотку ротора, в ней не будет индуцироваться ЭДС, а, следовательно, и не будет создаваться вращающий момент.

Таким образом, характерной особенностью асинхронной машины является наличие скольжения, т.е. неравенство частот вращения магнитного поля статора и ротора.

Скольжение электродвигателя можно определить по следующей формуле:

$$s = (n_{\text{х.х.}} - n_1)/n_{\text{х.х.}}, \quad (1)$$

где s – номинальное скольжение электродвигателя; n_1 – номинальная скорость вращения вала двигателя; $n_{\text{х.х.}}$ – скорость вращения вала двигателя без нагрузки на валу, синхронная частота вращения.

Первым делом при расчете выбирается число пар полюсов проектируемого двигателя исходя из формулы:

$$p = 60 \cdot f / n_1, \qquad (2)$$

где p – число пар полюсов электродвигателя; f – частота напряжения питающей сети; n_1 – требуемая номинальная скорость вращения вала двигателя.

Выполняя этот выбор необходимо руководствоваться тем, что число пар полюсов должно быть целым, а округлять его можно только в меньшую сторону, т.к. в противном случае двигатель не выйдет на номинальную скорость вращения вала.

Если расчетное число пар полюсов отличается от выбранного числа пар полюсов более чем на 0,3, то это указывает на то, что двигатель не будет работать устойчиво, т.к. скольжение двигателя будет близко к критическому.

Расчет электродвигателя выполнялся по заданным параметрам, указанными в таблице.

Таблица. **Параметры для расчета двигателя электропривода.**

Диапазон напряжения *U*, В	**Мощность, подводимая к ЭП, кВт**	**Мощность на валу, кВт, не менее**	**Момент на валу, Н·м**	**Частота вращения вала, об/мин, не менее**
240–330	180	126	2700	440

Выполнив расчет, изложенный в учебном пособии[1] мы получим механическую характеристику, по которой видно, какой момент развивает двигатель при требуемом скольжении.

Пример механической характеристики приведен на рис. 1.

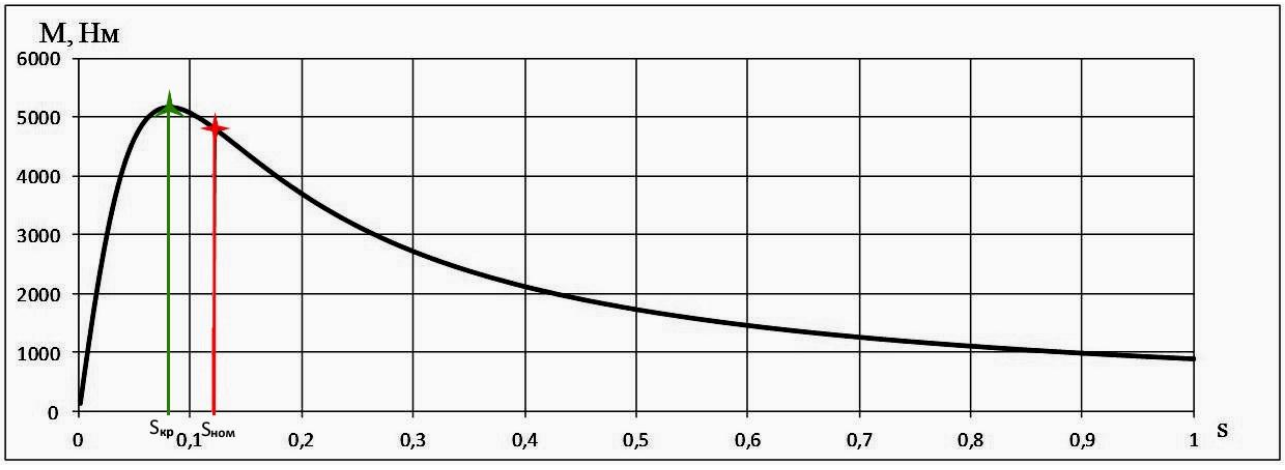


Рис. 1. Механическая характеристика асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, работающего на промышленной частоте 50 Гц

Как видно из рис. 1, рабочая точка двигателя не находится на рабочей части механической характеристики, находится за критическим скольжением. Для того чтоб двигатель работал устойчиво, необходимо приблизить номинальное

скольжение к значению $s = 0{,}03...0{,}05$, чтоб этого добиться снижаем частоту питающего напряжения до значения полученного по формуле:

$$f = p \cdot (1 - s) \cdot n_1 / 60, \tag{3}$$

где f – частота напряжения питающей сети; p – число пар полюсов электродвигателя; s – номинальное скольжение электродвигателя; n_1 – требуемая номинальная скорость вращения вала двигателя.

Таким образом, двигатель будет функционировать в зоне оптимальной работы, поскольку скольжение будет в диапазоне $s = 0{,}03...0{,}05$.

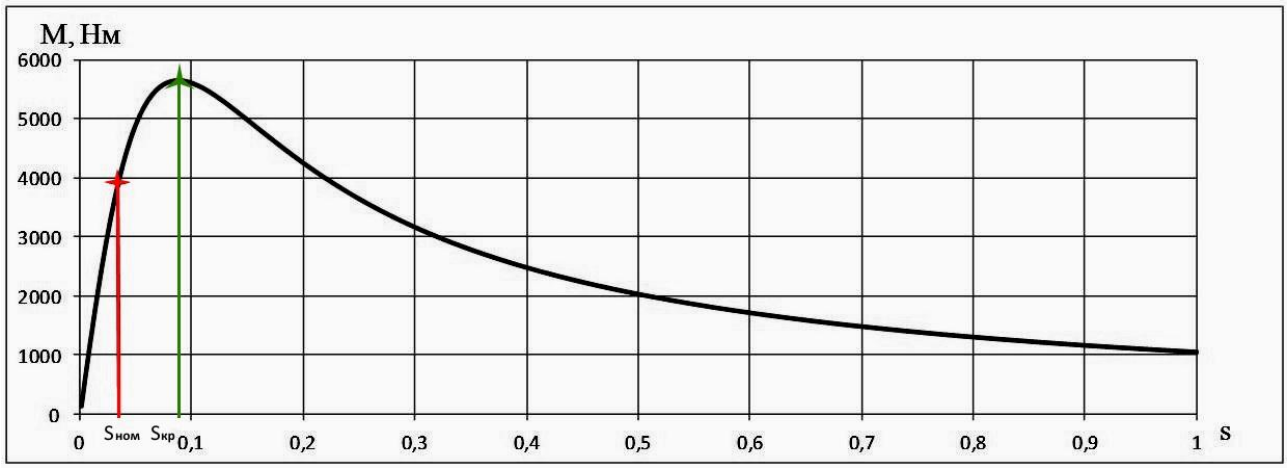


Рис. 2. Механическая характеристика асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором, работающего на измененной частоте 45,36 Гц

На рис. 2 приведена механическая характеристика двигателя с короткозамкнутым ротором работающего на измененной частоте 45,36 Гц.

Как видно по графику, получилось вывести работу электродвигателя на рабочую часть механической характеристики.

Такой способ регулирования частоты питающего напряжения позволяет создавать безредукторные электроприводы с требуемыми техническими характеристиками.

Список литературы

1. *Стародубцева В.А.* Расчет и проектирование электрических машин. Асинхронные машины. Учебное пособие для вузов. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2005. – 352 с.
2. *Вольдек А.И.* Электрические машины. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.

Нафикова С.Ф., магистрант;
Богдан О.П., к.т.н., доцент, e-mail: pmkk@istu.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Оценка безопасности применения контрастных веществ в ультразвуковой допплерографии

Аннотация. В работе рассмотрены некоторые физические подходы к исследованию динамики пузырька контрастного вещества в УЗ поле. Исследован процесс схлопывания кавитационного пузырька, проведена оценка давления.

Ключевые слова: ультразвуковая допплерография, контрастные вещества, акустическая кавитация, ударные волны

Ультразвуковая (УЗ) допплерография широко используется в диагностике сосудистых заболеваний. Для повышения информативности диагностики используют контрастные вещества, представляющие собой искусственно созданные микропузырьки в составе жидкой суспензии, усиливающие отраженный допплеровский сигнал, радиусом $r = 1 \div 10$ мкм, заполненные газом. При введение в кровь они улучшают визуализирующие характеристики УЗ исследования, так как амплитуда УЗ сигнала, рассеянная эритроцитами, не всегда имеет достаточное значение для достоверной диагностики [1].

Контрастные пузырьки реагируют на внешнее давление со стороны УЗ волны объемной пульсацией, поглощением и излучением УЗ энергии, при этом генерируется рассеиваемое поле и уменьшается передаваемое поле.

Вопрос о безопасности применения контрастных веществ до сих пор остается открытым, т.к. большинство исследований в данной области посвящены информативности и достоверности исследований. Известно, что пузырьки контрастного вещество под действием УЗ излучения могут слипаться, вызывая закупорку сосуда, также они могут всхлопываться, высвобождая большую энергию выступая при этом как вторичный излучатель.

Под воздействием давления в жидкости оболочка пузырька начинает движение по направлению к центру с повышающимся ускорением. За счет термодинамических газовых процессов в кавитационном пузырьке повышаются давление и температура.

Под воздействием ультразвука сверхвысокой интенсивности кавитационный пузырек запасает кинетическую энергию, достаточную для преодоления давления, возникшего в конце второй стадии. Оболочка пузырька за счет повышающегося ускорения достигает скорость, выше скорости звука, и в этот момент изменяются условия внутри пузырька.

Содержание пузырька начинает конденсироваться на внутренней стороне оболочки пузырька, а поэтому снижается давление в пузырьке; оболочка пузырька может уменьшаться далее. Движению стенки (сферы) пузырька по направлению к центру уже ничто не препятствует, а ускорение стенки постоянно повышается. Скорость движения оболочки пузырька к центру равна скоро-

сти звука. В последней стадии движение пузырька к центру заканчивается и пузырек схлопывается [2].

Вызванное ультразвуком разрушение контрастных веществ при высоких механических индексах (MI > 0,4) может также вызвать инерционную кавитацию вблизи клеточных мембран, и в результате повреждения микрососудов, клеточный апоптоз и петехиальное кровоизлияние [3].

Поэтому весьма актуальным является исследование безопасности применения контрастных веществах, динамики и процесса разрушения кавитационного пузырька контрастного вещества.

Рассмотрим случай одиночного сферического свободного пузырька, заполненного газом или паром, пульсирующего в несжимаемой жидкости.

Уравнение динамики пузырька Нолтинга-Непайраса для несжимаемой жидкости, в предположении, что содержание газа в нем постоянно [4]:

$$R\ddot{R}+\frac{3}{2}\dot{R}^2=-\frac{1}{\rho}\left[P_\infty+\frac{2\sigma}{R}+\frac{4\mu\dot{R}}{R}-\left(P_0+\frac{2\sigma}{R_0}\right)\left(\frac{R_0}{R}\right)^{3\gamma}-P_m\sin\omega t-P_n\right], \quad (1)$$

где ρ – плотность крови, μ – вязкость крови, R – радиус кавитационного микропузырька, R_0 – радиус пузырька в состоянии покоя, σ поверхностное натяжение пузырька, γ – показатель адиабаты, $\omega = 2\pi f$ – циклическая частота, f – частота УЗ излучения, t – время, плотность частицы, P_∞ – статическое давление в жидкости, P_0 – давление в жидкости вдали от пузырька, которое можно принять за статическое, P_m – акустическое давление, P_n – давление внутри пузырька.

Как видно из уравнения, движение кавитационного пузырька определяется инерционными силами, зависящими от скорости и ускорения стенки пузырька, силами вязкостного трения, давлением газа в пузырьке, силами поверхностного натяжения жидкости и внешними силами, приложенными к жидкости (звуковым и статическим давлением).

Впервые математическое описание процесса сжатия пузырька получил Рэлей. Автор рассмотрел случай захлопывания пустой полости в безграничном объеме жидкости под действием постоянного давления. Согласно работам Релея при схлопывании кавитационного пузырька выделяется кинетическая энергия, которая превращается в энергию активации различных реакций [2]:

$$W = 2\pi\rho U^2 R^3, \quad (2)$$

где U – скорость сферической стенки.

Скорости захлопывания пузырька определяется по следующей формуле [4]:

$$U^2=\frac{2P_0}{3\rho}\left[\left(\frac{R_{\max}}{R}\right)^3-1\right], \quad (3)$$

где R_{max} – максимальный радиус пузырька, который определяется по формуле Миннерта [4]:

$$f = \frac{1}{2\pi R_{\max}} \sqrt{\frac{3\gamma}{\rho}\left(P_0 + \frac{2\sigma}{R_{\max}}\right)}. \quad (4)$$

Существует несколько подходок к определению давления ударной волны, возникающей при всхлопывании пузырька:

1. Используя среднюю энергию УЗ излучения [5]:

$$P_{\max 1} = \sqrt{2\rho C \frac{W}{St}}, \quad (5)$$

где S – площадь сечения пузырька, C – скорость УЗ в крови.

2. По формуле Релея [5]:

$$P_{\max 2} = \frac{4}{3} P_0 \left(\frac{R_{\max}}{R}\right)^3. \quad (6)$$

3. По формуле Кука (давление на поверхности пузырька) [6]:

$$P_{\max 3} = U\sqrt{\rho K}, \quad (7)$$

где K – модуль объемной упругости жидкости.

4. Используя уравнение динамики пузырька (давления, возникающую в окрестности пузырька) [7]:

$$P_{\max 4} = \frac{3}{4}\rho(R\ddot{R} + 2)^{4/3}(2\dot{R}^2)^{-1/3} + P - P_0 \sin \omega t. \quad (8)$$

Выполнены теоретические исследования динамики кавитационного пузырька контрастного пузырька в крови в УЗ поле (в качестве неоднородности использовались свободные пузырьки воздуха), в результате чего получены графики изменения радиуса пузырька в зависимости от времени, представленные на рис. 1 (при разных значениях частоты УЗ излучения) и на рис. 2 (при разных значениях интенсивности УЗ излучения).

Из графика на рис. 1 видно, что пузырек не захлопывается, а пульсирует на частоте УЗ излучения, с незначительным увеличением радиуса со временем. С увеличением частоты УЗ излучения амплитуда пульсации кавитационного пузырька также увеличивается ненамного. Увеличение интенсивности УЗ излучения (рис. 2) приводит к значительному увеличению амплитуды пульсации кавитационного пузырька и пузырек намного сильнее расширяется (кривая 1).

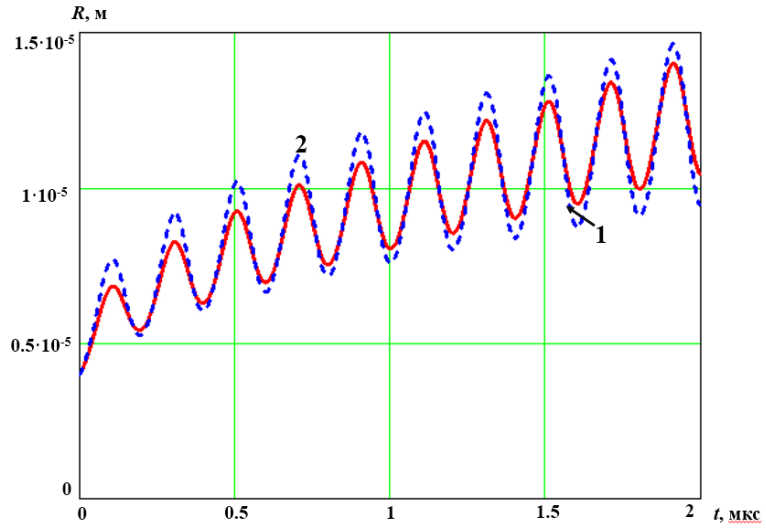


Рис. 1. Зависимость радиуса кавитационного пузырька от времени при разных значениях частоты УЗ излучения f (I = 350 мВт/см^2, r = 4 мкм): 1 – f = 2,5 МГц; 2 – f = 5 МГц

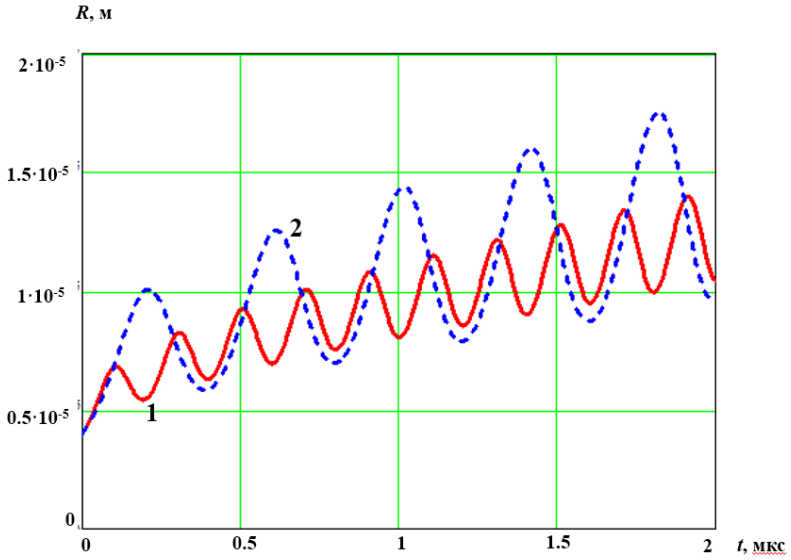
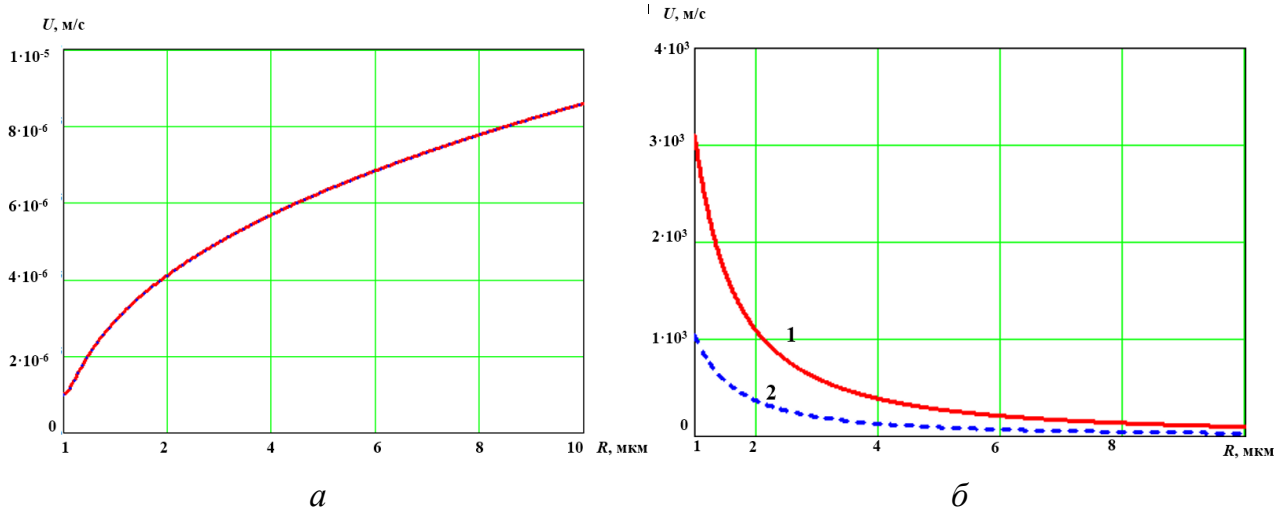


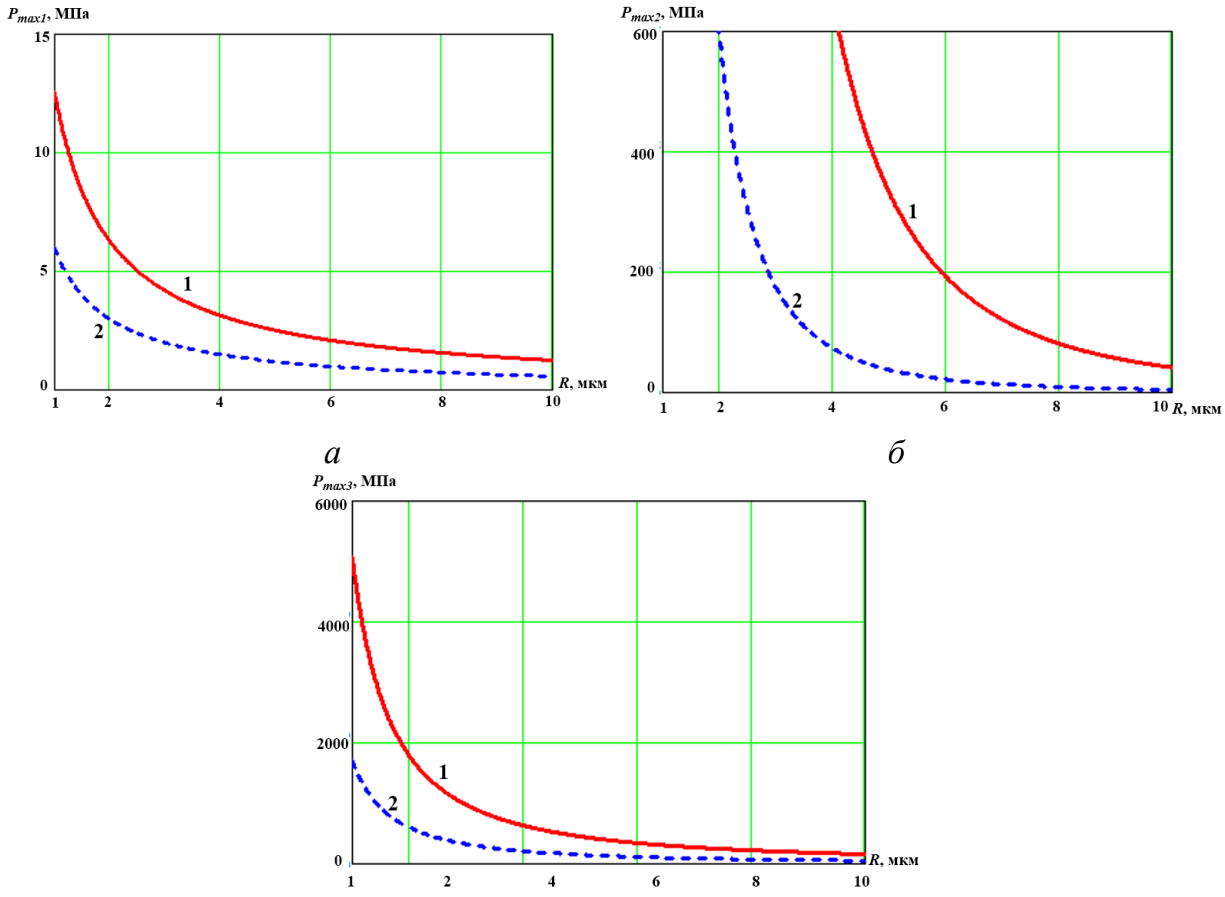
Рис. 2. Зависимость радиуса кавитационного пузырька от времени при разных значениях интенсивности УЗ излучения I (f = 5 МГц, r = 4 мкм): 1 – I = 350 мВт/см^2; 2 – I = 750 мВт/см^2

Несовершенство математической модели, представленной уравнением (1), не позволяет корректно описать заключительную стадию схлопывания кавитационного пузырька, но его решение позволяет определить скорость захлопывания кавитационного пузырька, представленную на рис. 3, *а*. Из графика видно, что скорость схлопывания кавитационного пузырька постепенно возрастает с увеличением его радиуса. При радиусе r = 10 мкм величина скорости схлопывания пузырька составляет $9 \cdot 10^{-6}$ м/с.



а *б*

Рис. 3. Зависимость скорости схлопывания пузырька от радиуса кавитационного пузырька (I = 350 мВт/см^2, r = 4 мкм): 1 – f = 2,5 МГц; 2 – f = 5 МГц



а *б*

в

Рис. 4. Зависимость давления в жидкости при захлопывании кавитационного пузырька от его радиуса: 1 – f = 2,5 МГц; 2 – f = 5 МГц

Моделирование скорости движения стенки кавитационного пузырька (при разных значениях частоты) в соответствии с формулой (3), представлено на рис. 3, *б*. Из графика видно, что скорость схлопывания пузырька уменьшается с увеличением радиуса кавитационного пузырька. При радиусе r = 10 мкм величина скорости схлопывания пузырька приближается к 0. Данный график

достовернее описывает поведение пузырька, т.к. когда скорость движения оболочки кавитационного пузырька становится равной нулю, начинается период его сжатия. С увеличением частоты УЗ излучения скорость схлопывания кавитационного пузырька уменьшается (кривая 2).

Выполнено моделирование максимального давления ударной волны, возникающей в жидкости при захлопывании кавитационного пузырька от его радиуса в соответствии рассмотренными подходами по формулам (5–7), представленное на рис. 4 (*а*, *б*, *в* соответственно). Значение давления в жидкости уменьшается с увеличением радиуса кавитационного пузырька, как видно из графиков. При частоте f = 5 МГц (кривая 2) значение давления в жидкости достигает меньшие значения по сравнению со значениями давления при частоте f = 2,5 МГц (кривая 1). Максимальное значение давления в жидкости при захлопывании кавитационного пузырька достигается на рис. 4, *в*, согласно теории Кука по формуле (7).

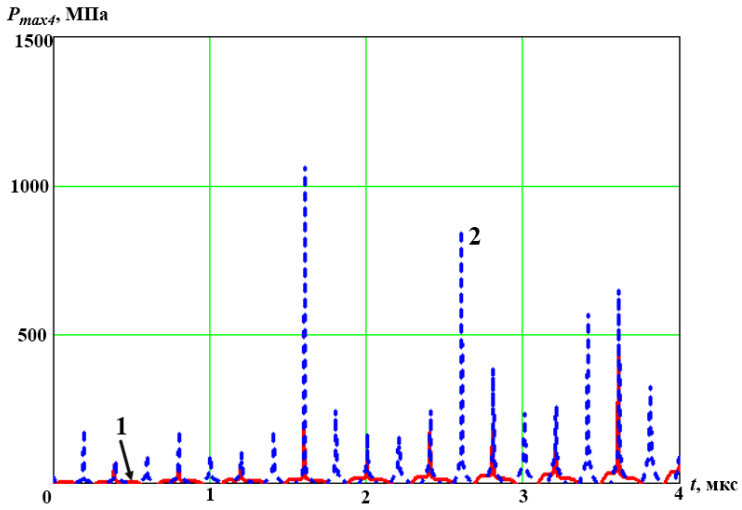


Рис. 5. Зависимость давления в жидкости при захлопывании кавитационного пузырька от времени (r = 4 мкм): 1 – f = 2,5 МГц; 2 – f = 5 МГц

Моделирование максимального давления ударной волны в жидкости при захлопывании кавитационной пузырька от времени в соответствии с формулой (8), представлено на рис. 5. Как видно из графика при частота f = 2,5 МГц давление достигает свое максимальное значение $P \approx 500$ МПа на 3,7 мкс (кривая 1). При частоте f = 5 МГц максимальное значение давления наблюдается на 1,6 мкс и достигает $P \approx 1000$ МПа (кривая 2). С увеличением частоты давления в жидкости также возрастает.

Результаты проведенного моделирования показывают, что величина давления ударной волны, возникающей при схлопывании кавитационного пузырька, при озвучивании ультразвуком крови с контрастным веществом достигает значений, соизмеримых со значениями давлений, используемых в УЗ хирургии и, следовательно, может привести к повреждению сосудов, в том числе и их разрыву.

Работа выполнена по государственному заданию Министерства образования и науки РФ ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» на 2014–2016 гг. в рамках проектной части проведения научно-исследовательских работ (проект № 3.751.2014/К).

Список литературы

1. *Догра В., Рубенс Д.Дж.* Секреты ультразвуковой диагностики / Пер. под ред. А.В. Зубаревой. – 3-е изд. – М.: МЕДпрессинформ, 2009. – С. 37–40.
2. *Лавриненко О.В.* Моделирование механофизикохимических эффектов в процессе схлопывания кавитационных полостей. / О.В. Лавриненко, Е.И. Савина, Г.В. Леонов // Ползуновский вестник. – 2007. – № 3. – С. 59–63.
3. *Radhakrishnan K., Bader K.B., Haworth K.J.* Relationship between cavitation and loss of echogenicity from ultrasound contrast agents [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4170692/ (дата обращения: 25.03.2016).
4. *Сиротюк М.Г.* Акустическая кавитация. – М.: Наука, 2008. – 271 с.
5. *Красильников В.А., Крылов В.В.* Введение в физическую акустику. – М.: Наука, 1984. – 403 с.
6. *Корнфельд М.* Упругость и прочность жидкостей. – М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1951. – 108 с.
7. Агранат Б.А., Башкиров В.И., Китайгородский Ю.И., Хавский Н.Н. Ультразвуковая технология. – М: Металлургия, 1974. –504 с.

Петров[1] *К.В.,* аспирант, e-mail: kirillpetr@list.ru;
Муравьева[1,2] *О.В.*, д.т.н., профессор;
Егоров[1]*Д.А.* магистрант

[1] ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», [2] ФГБУН «ФТИ УрО РАН»

Моделирование магнитного поля и поля вихревых токов проходного преобразователя в программной среде COMSOL Multiphysics

Аннотация. При разработке конструкций бесконтактных электромагнитно-акустических (ЭМА) преобразователей требуется предварительный анализ создаваемых ими магнитных полей и полей вихревых токов с целью предварительной оценки их эффективности, оптимизации массогабаритных размеров, технологических зазоров, требований по шероховатости поверхностей элементов конструкции преобразователя. Одним из наиболее эффективных и оперативных подходов является численное компьютерное моделирование методом конечных элементов в программной платформе COMSOL Multiphysics. В работе проведено моделирование и исследование электродинамического (Лоренцева) механизма возбуждения акустических волн в цилиндре за счет взаимодействия магнитного поля и поля вихревых токов. Описана конструкция и представлена конечно-элементная модель ЭМА-преобразователя; приведены основные результаты моделирования по распределению электрических и магнитных полей в зависимости от основного влияющего фактора – технологического

зазора между индуктором и объектом контроля; сформулированы требования по оптимизации конструкций проходных преобразователей для использования на объектах контроля различных диаметров.

Ключевые слова: моделирование, метод конечных элементов, электромагнитно-акустический преобразователь, электродинамический механизм, оптимизация

Введение

Электромагнитно-акустические преобразователи находят широкое применение при ультразвуковой (УЗ) толщинометрии и структуроскопии благодаря бесконтактной природе возбуждения и приема УЗ волн. При этом низкая эффективность ЭМА-преобразования в сравнении с традиционными пьезоэлектрическими преобразователями ограничивает их применение при дефектоскопии, где требуется обнаружение достаточно малых сигналов на уровне шума. Повышение эффективности ЭМА преобразователей возможно за счет увеличения величины поля постоянного подмагничивания с помощью мощных намагничивающих систем, повышения амплитуды зондирующего сигнала и увеличения чувствительности приемного тракта [1–4].

При разработке конструкций ЭМА-преобразователей требуется предварительный анализ создаваемых им магнитных полей и полей вихревых токов с целью оценки эффективности, оптимизации массогабаритных размеров, технологических зазоров, требований по шероховатости поверхностей элементов конструкции преобразователя. Одним из наиболее эффективных и оперативных подходов к такого рода исследованиям является численное моделирование в специализированных программных средах методом конечных элементов. COMSOL Multiphysics является универсальной программной платформой для компьютерного моделирования физических задач, в том числе связанных или «мультифизических» явлений.

В статье предложен подход и результаты моделирования взаимодействия постоянного поля подмагничивания и поля вихревых токов, реализующего электродинамический механизм возбуждения (приема) акустической волны на примере проходного ЭМА преобразователя продольных волн в неферромагнитном проводящем прутке.

Используемые подходы

Рассматривается проходной ЭМА-преобразователь, работающий на электродинамическом механизме (Лоренцево взаимодействие) [5]. Преобразователи указанного типа успешно используются при контроле прутков на наличие несплошностей, отклонений по эллипсности и диаметру [6, 7]. Проектируемая система подмагничивания ЭМА преобразователя (рис. 1) состоит из источника магнитного поля 3 (постоянный магнит Nd-Fe-B, либо электромагнит) и концентраторов магнитного поля 2 (сталь 20) и формирует осевую компоненту магнитного поля B_Z по огибающей с преимущественным направлением вдоль образующей прутка. Высокочастотный индуктор 4 с током I формирует в неферромагнитном объекте контроля 1 вихревые токи i_e. Взаимодействие осевой компоненты магнитного поля с вектором вихревых токов приводит к появле-

нию упругих напряжений (сил Ампера F_A), направленных по радиусам сечения объекта и обеспечивающих распространение продольных волн радиальных поляризаций.

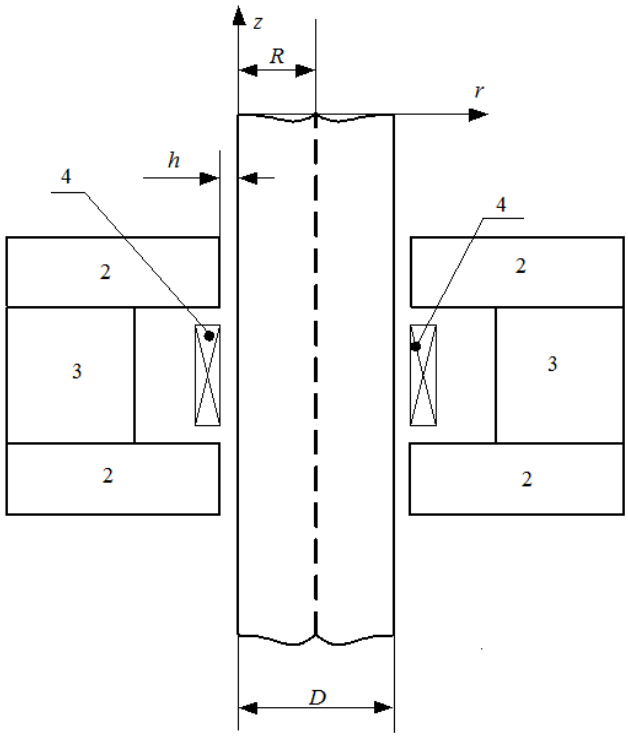


Рис. 1. Эскиз проходного ЭМА-преобразователя продольных волн

Объемная плотность пондеромоторных сил Ампера сил определяется выражением:

$$F_0 = \vec{j}_e \cdot \vec{B}_z, \tag{1}$$

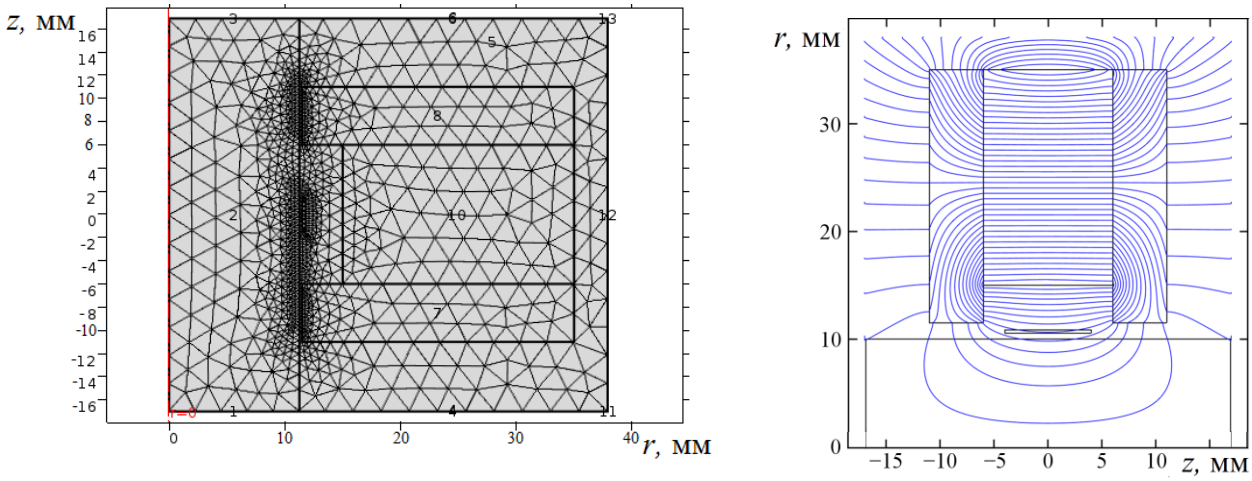
где j_e – поверхностная плотность вихревых токов (А/м^2).

В качестве объекта контроля рассмотрен неферромагнитный цилиндр из медно-никелевого сплава «монель» радиусом R = 20 мм. Полагается, что между катушкой индуктивности и прутком имеется конструктивный неферромагнитный зазор h, обеспечивающий защиту катушки индуктивности от истирания и пробоя.

Моделирование магнитного поля и поля вихревых токов проведено с использованием модуля AC/DC программной среды COMSOL Multiphysics, используемом для моделирования электрических, магнитных и электромагнитных полей в статических и низкочастотных системах, в том числе с нелинейными эффектами намагничивания. При моделировании использованы также справочные кривые намагничивания соответствующих материалов.

Ввиду симметрии задачи относительно оси прутка, построена осесимметричная двумерная модель преобразователя. С целью получения высокой точности решения модель разбивается на ~500 тыс. конечных элементов, при этом на

поверхности прутка плотность сетки максимальна с минимальными размерами элементов 5 мкм.



а *б*

Рис. 2. Конечно-элементная модель конструкции системы подмагничивания (*а*); распределение линий магнитной индукции B_0 системы подмагничивания преобразователя (*б*)

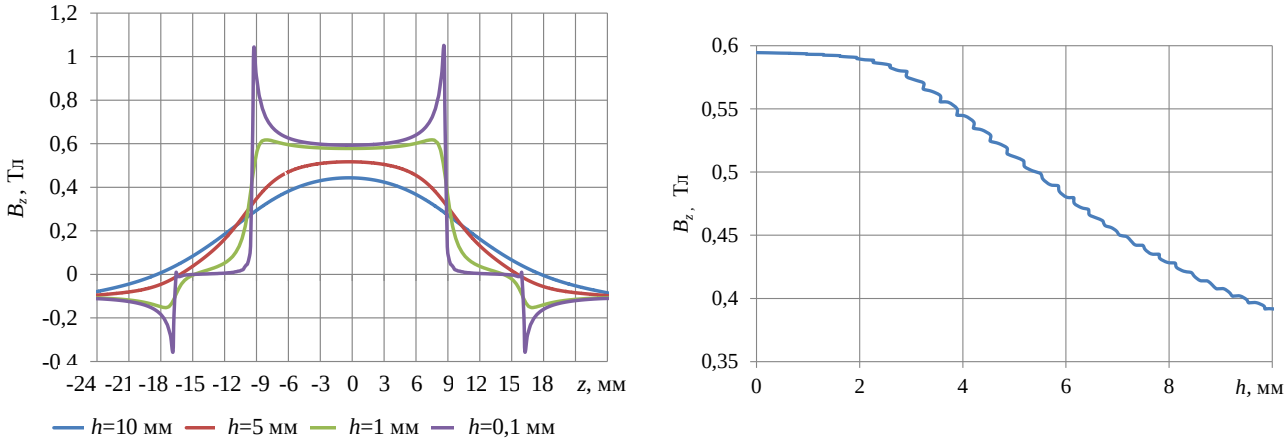
Результаты и обсуждение

На рис. 2 представлена конечно-элементная модель системы подмагничивания (*а*) и результаты моделирования в виде распределения линий магнитной индукции B_0 в плоскости симметрии преобразователя (*б*). Наибольшая концентрация линий магнитной индукции достигается на ближних к объекту концентраторах, где преобладающей компонентой является радиальная составляющая магнитной индукции B_r. В объекте контроля по центру системы подмагничивания в области действия вихревых токов наблюдается достаточно равномерное распределение осевой B_z компоненты магнитного поля.

Графики распределения осевой составляющей индукции магнитного поля B_z на поверхности объекта вдоль его образующей z при различных зазорах h между магнитопроводом и объектом контроля приведены на рис. 3, *а*. Максимальная компонента B_z достигается при минимальных зазорах. Увеличение зазора h несущественно уменьшает значение полезной компоненты поля подмагничивания, при этом наблюдается расширение зоны действия магнитного поля при одновременном ухудшении его равномерности по образующей прутка. Кривая ослабления максимума осевой компоненты магнитного поля B_z при увеличении зазора h показана на рис. 3, *б*. Видно, что даже при существенном увеличении зазора между магнитопроводом и поверхностью объекта, поле ослабляется незначительно (не более, чем на 25 % раз при увеличении зазора от 1 до 10 мм), что позволяет использовать одну и ту же магнитную систему для прутков в широком диапазоне диаметров.

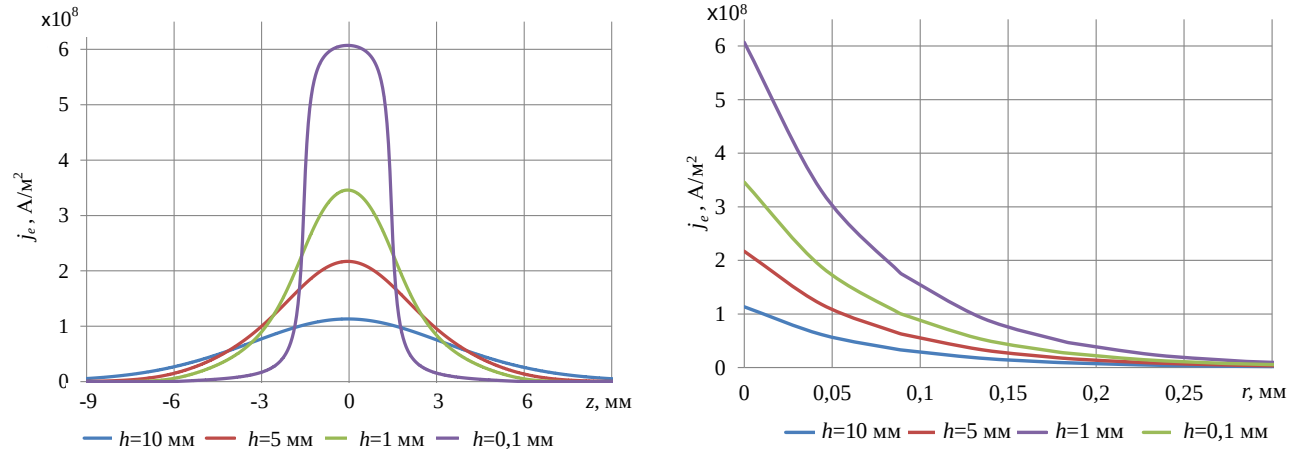
Расчёт поля вихревых токов, индуцированных гармоническим током катушки индуктивности частотой 3 МГц, амплитудой 10 А, числом витков 10 проведен при решении задачи электродинамики. Результаты расчёта зависимости плотности на поверхности объекта контроля вихревых токов при различных

зазорах h между прутком и преобразователем иллюстрирует рис. 4, *а*.



а *б*

Рис. 3. Распределение осевой B_z составляющей вектора магнитной индукции, формируемой системой подмагничивания, при различных зазорах (*а*), зависимость индукции магнитного поля B_z от зазора h (*б*)



а *б*

Рис. 4. Распределение плотности вихревых токов под катушкой вдоль поверхности при различных зазорах h (*а*); зависимости плотности вихревых токов в радиальном направлении r (*б*)

Максимальное значение поверхностной плотности вихревых токов, равное $j_e = 6{,}07 \times 10^8$ А/м^2 наблюдается на минимальном из рассмотренных зазоров $h = 0{,}1$ мм. В отличие от магнитного поля, увеличение зазора ведет к резкому ослаблению плотности вихревых токов (~в 3 раза при увеличении зазора от 1 до 10 мм), что говорит о необходимости использования специализированных индукторов для прутков различных диаметров.

Зависимости плотности вихревых токов в радиальном направлении r при различных зазорах h представлены на рис. 4, *б*. Представленные зависимости позволяют оценить глубину скин-слоя δ (расстояние под поверхностью в пределах которого плотность вихревых токов ослабляется в e раз) при различных зазорах. В частности, глубина скин-слоя для зазора $h = 1$ мм значение

$\delta \approx 87$ мкм, $h = 10$ мм – $\delta \approx 89$ мкм.

Зная значения осевой компоненты магнитной индукции и поверхностной плотности вихревых токов с использованием формулы (1) может быть определена объемная плотность сил Ампера F_A в области приповерхностного скин-слоя объекта. Так при $h = 1$ мм значение $F_A = 208$ МН/м^3, $h = 10$ мм – $F_A = 50$ МН/м^3. Отметим, что в условиях двойного ЭМА-преобразования в режиме излучения-приема, эффективность преобразования при увеличении зазора до 10 мм может снизиться по почти в 15 раз (на ~23 дБ), и может оказаться сравнимым с уровнем шумов аппаратуры.

Таким образом, предложенный метод моделирования магнитных полей и полей вихревых токов позволяет провести оптимизацию размеров и конструкции системы подмагничивания и катушки индуктивности ЭМА-преобразователя с позиций достижения максимальной эффективности в широком диапазоне диаметров и свойств объекта контроля.

Работа выполнена при поддержке Программы УрО РАН «Фундаментальные проблемы механики и смежных наук в изучении многомасштабных проектов в природе и технике» (проект № 15-10-2-24).

Список литературы

1. *Сучков Г.М.* Генератор зондирующих импульсов для ЭМА-дефектоскопов / О.Н. Петрищев, И.В. Чередниченко, В.В. Федоров, А.В. Десятниченко, С.В. Хащина, М.С. Маслова // Дефектоскопия. – 2012. – № 9. – С. 42–47.
2. *Михайлов А.В.* Электромагнитно-акустический преобразователь с импульсным подмагничиванием / Ю.Л. Гобов, Я.Г. Смородинский, С.В. Щербинин // Дефектоскопия. – 2015. – № 8. – С.14–23.
3. *Алехин С.Г.* Моделирование магнитных систем ЭМА-преобразователей для возбуждения ультразвуковых волн / А.А. Самокрутов, В.Т. Бобров, С.В. Бобров, К.Л. Сергеев // Контроль. Диагностика. – 2013. – № 7. – С. 12–18.
4. *Муравьев В.В.* К расчету параметров системы намагничивания электромагнитно-акустического преобразователя / В.А. Стрижак, Е.Н. Балобанов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 197–205.
5. *Муравьев В.В.* Оптимизация систем подмагничивания проходных электромагнитно-акустических преобразователей объемных волн для неразрушающего контроля пруткового проката / О.В. Муравьева, Е.Н. Кокорина, В.Д. Стерхов, Д.В. Малютин // Датчики и системы. – 2013. – № 2. – С. 2–9.
6. *Муравьева О.В.* Моделирование и исследование процесса распространения акустических волн, излучаемых проходным электромагнитно-акустическим преобразователем, по эллиптическому сечению прутка / О.В Муравьева, К.В Петров, М.Ю Соков, М.А. Габбасова. - Дефектоскопия. – 2015. – № 7. – С. 17–23.
7. *Муравьева О.В.* Вероятностно-статистические параметры сигнала при контроле цилиндрических объектов зеркально-теневым методом многократных отражений / О.В. Муравьева, В.В. Муравьев, М.А. Габбасова // Дефектоскопия. – 2015. – № 12. – С. 11–19.

Стрижак В.А., к.т.н., доцент;
Тапков К.А., магистрант, e-mail: izhjup@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Схемотехника модернизированного течеискателя

Аннотация. Рассмотрены вопросы поиска и выбора схемотехнических решений для ультразвукового течеискателя для систем повышенного/ пониженного давления и поиска коронных/частичных разрядов. Представлен обзор уже существующих приборов, приведена структурно-функциональная и электрические принципиальные схемы модернизируемого прибора. Описываются принципы работы схем, показаны результаты моделирования работы. Произведен выбора элементной базы.

Ключевые слова: течеискатель, течь, ультразвук, приборостроение, схемотехника

Проблема поиска утечек в системах повышенного и пониженного давления, а также поиска коронных и частичных разрядов в высоковольтном электрооборудовании на данный момент имеет большую актуальность для энергетического комплекса, так как согласно данным Ростехнадзора около 80 % оборудования отработало расчетный срок службы [1]. В то же время повреждения оборудования энергетического комплекса может приводить к техногенным катастрофам, угрожающим экосистеме, жизни и здоровью людей, что оправдывает необходимость частой диагностики. Среди методов поиска течей можно выделить масс-спектрографический, люминесцентный, галогенный, пузырьковый, акустический и методы измерения внутренних параметров объекта (давление, расход, температура) [2, 3].

По сравнению с вышеперечисленным методами, акустический, хоть и обладает меньшей чувствительностью, но является менее сложным в исполнении, так как не требует специального вещества и нагнетающего насоса и других специальных устройств, за исключением самого прибора контроля. В то же время акустический метод обладает большей дистанционностью, и, в отличие от внутренних методов позволяет локализовать источник течи [2–5]. В случае диагностики электрооборудования, согласно правил технической эксплуатации, требуется периодическая проверка (сроки зависят от типа оборудования), однако более частый контроль с помощью несложного в реализации акустического метода позволяет выявить места ухудшения изоляции и оценить состояние оборудования, что позволит предотвратить внезапные отключения и аварии высоковольтных установок. [6]

На данный момент промышленность выпускает акустические течеискатели различного исполнения, среди которых можно выделить как продукты зарубежной (Ultrasonic Probe, Soundscan), так и отечественной промышленности (Акустик, Квазар, Гермес-2), но использование данных приборов в диагностике осложняется высокой стоимостью зарубежных приборов и отличающимися параметрами течей жидкостей, определяемых отечественными приборами Квазар

и Акустик. Среди перечисленных приборов необходимо обратить внимание на прибор Гермес-2, разработанном в ИжГТУ, позволяющий локализовать и обнаружить газовые течи, а также источники коронных и частичных разрядов, однако этот прибор требует модернизации, целью которой является поиск новых схемотехнических решений для повышения удобства использования и удешевления стоимости образца прибора. Прибор, разработанный ранее, нуждается также в повышении точности и исключением калибратора для его настройки каждый раз перед использованием, и необходимостью пересчета по формулам полученных значений измерений для получения результата.

В модернизируемом приборе согласно структурной схеме можно выделить следующие составляющие его блоки: акустический блок, блок аналоговой обработки сигнала, блок цифровой обработки сигнала, блок индикации. Входным сигналом служит акустическая волна от источника, в роли которого могут быть коронные и частичные разряды, либо течи систем повышенного и пониженного давления. Структурно-функциональная схема модернизируемого прибора представлена на рис. 1.

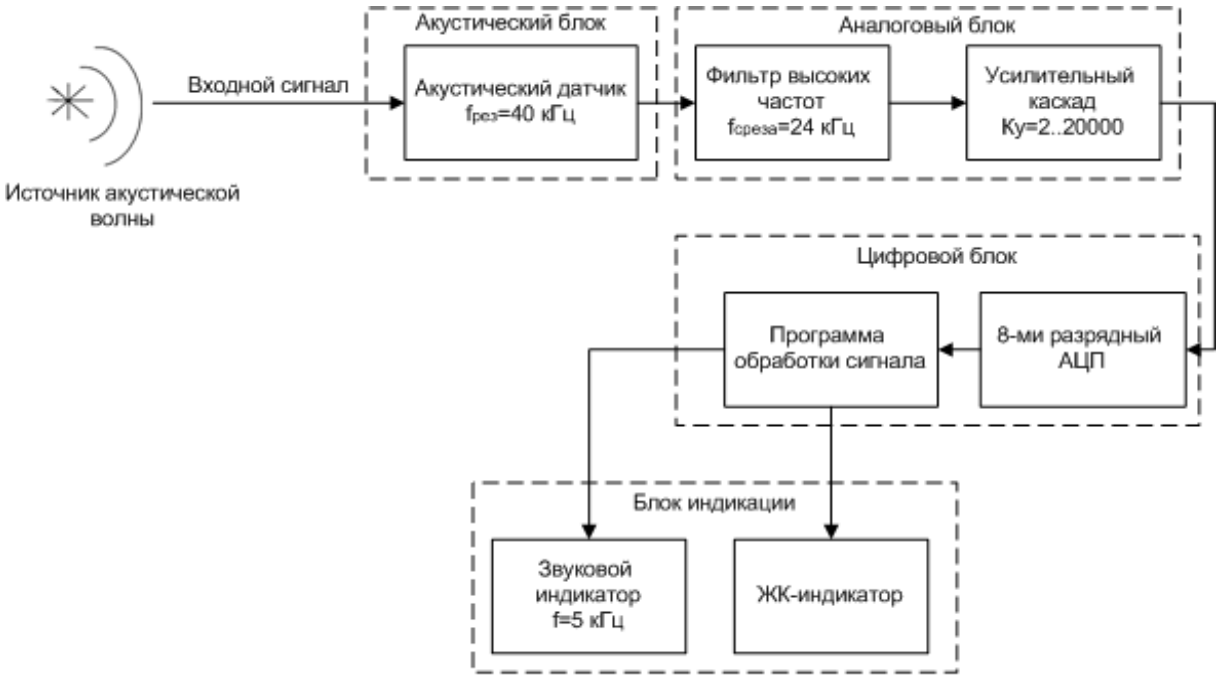


Рис. 1. Структурная схема разрабатываемого акустического прибора

Согласно функциональной схеме модернизируемого прибора входной сигнал поступает на акустический датчик, который преобразует его в электрический сигнал, поступающий на фильтр высоких частот, служащий для того, чтобы разделить сигнал, возникающий вследствие утечек и электрических разрядов, и сигнал, возникающий вследствие посторонних шумов, например, таких, как работа оборудования. Усилительный каскад управляется цифровым блоком обработки сигнала с помощью отрицательной обратной связи. Усиленный сигнал поступает в цифровой блок на АЦП, и выполняется программная

обработка сигнала, в результате которой поступает сигнал на усилительный каскад, а также вырабатывается сигнал для звуковой и ЖК-индикации.

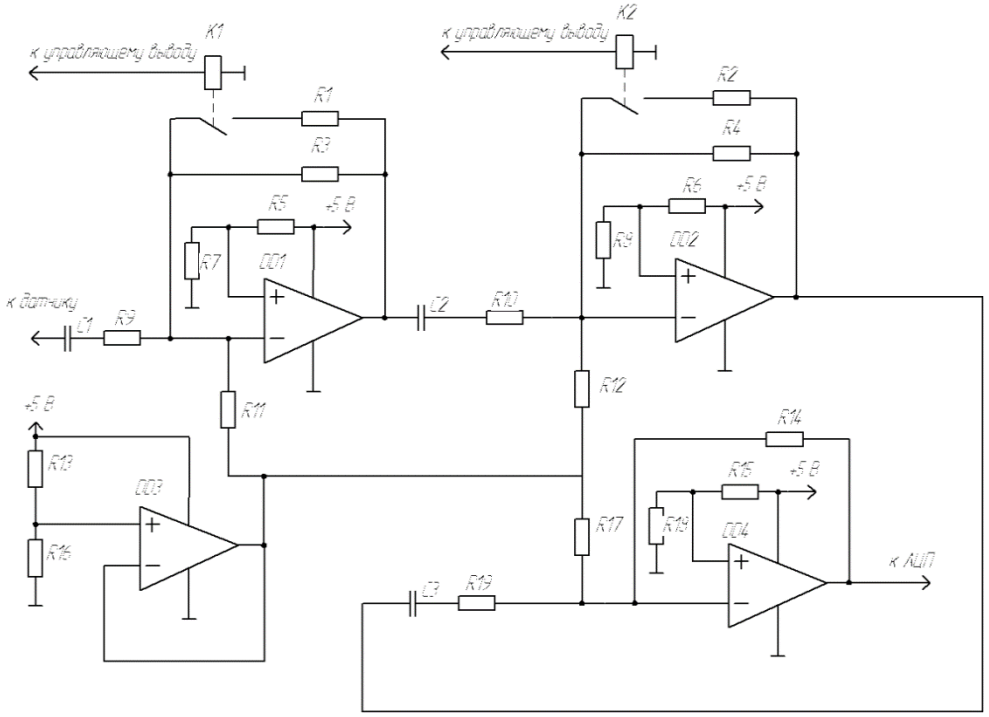


Рис. 2. Схема электрическая принципиальная аналогового блока прибора

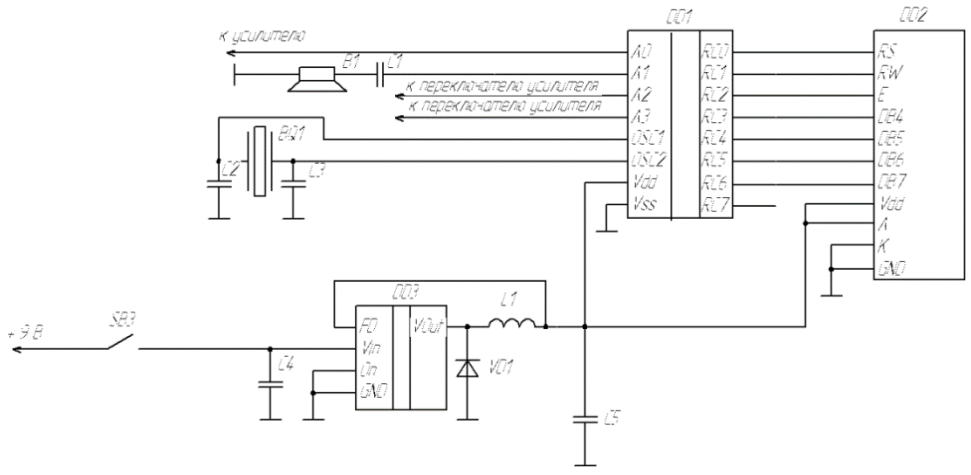


Рис. 3. Схема электрическая принципиальная цифрового блока прибора

Схема электрическая принципиальная аналогового и цифрового блоков приборов представлена на рис. 2 и на рис. 3**Ошибка! Источник ссылки не айден.**. Аналоговый блок построен на основе малошумящих микромощных операционных усилителей LMV721M5, коэффициент усиления регулируется с помощью твердотельных оптических реле PRAB31S. Предложенная схема имеет регулировку коэффициента усиления от 2 до 20 000.

Цифровой блок схемы построен на PIC-контроллере со встроенным АЦП типа PIC16F72, что позволяет значительно упростить схемотехнику устройства и понизить его себестоимость. Для визуальной индикации используется жидкокристаллический знакосинтезирующий индикатор разрешением 10x1 МТ-10S1.

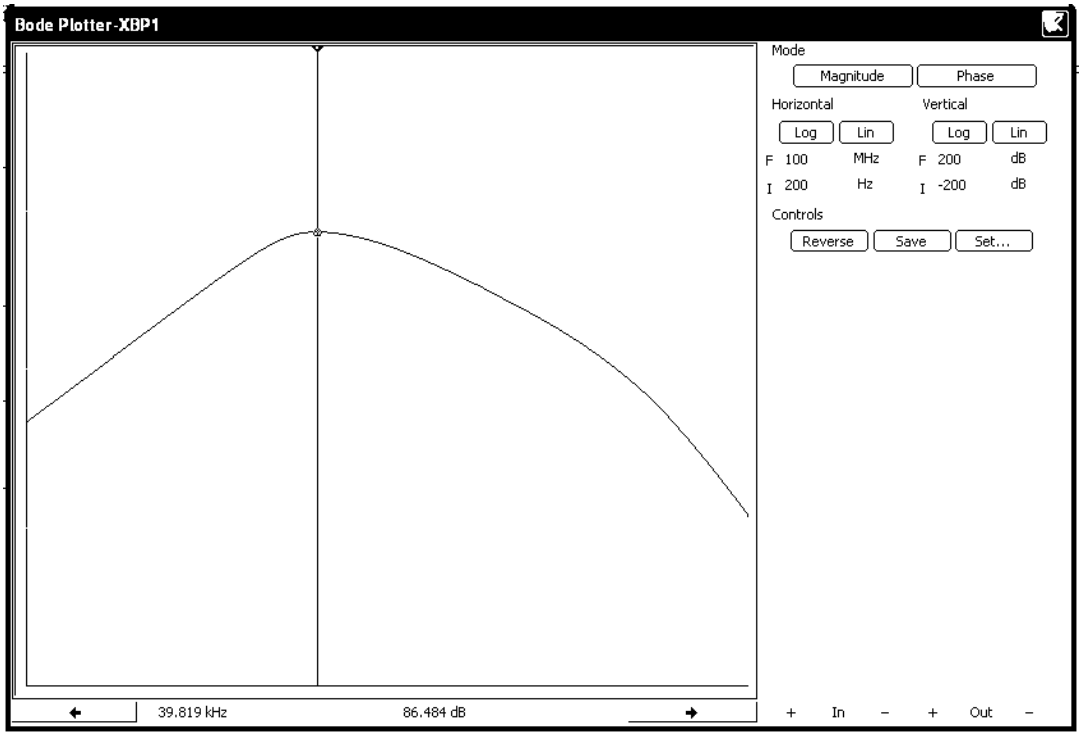


Рис. 4. Результаты моделирования работы аналогового блока в программной среде Multisim

Результаты моделирования АЧХ аналогового блока в программной среде Multisim представлены на рис. 4. За 0 дБ принят входной уровень сигнала, максимальное усиление происходит на частоте 39 819 Гц, и составляет 86,484 дБ, что удовлетворяет коэффициенту усиления, равным 20 000. Частота среза сигнала составляет 24 кГц.

Таким образом, получены результаты моделирования разработанных схемотехнических решений, в результате которых можно сделать следующие выводы:

1. Использование для усилительного каскада микромощных малошумящих операционных усилителей позволяет добиться высокой точности работы схемы, малого тока потребления и сравнительно простой схемотехники, а также удобства регулирование коэффициента усиления.

2. Реализация цифрового блока с использованием PIC-контроллера типа PIC16F72 позволяет значительно упростить схемотехнику устройства за счет встроенного АЦП, а также программной реализации пикового детектора для определения амплитуды колебаний сигнала, поступающего с выхода усилительного каскада.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-00051)

Список литературы

1. *Абабков Н.В.* Оценка работоспособности и ресурса металла потенциально-опасного оборудования ТЭС после длительной эксплуатации спектрально-акустическим методом // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2015. – № 4 (110). – С. 53–59.
2. Неразрушающий контроль: Справочник: В 8 т. / Под общ. ред. В.В. Клюева. – Т. 3: И.Н. Ермолов, Ю.В. Ланге. Ультразвуковой контроль. – М.: Машиностроение, 2006. – 864 с.
3. *Буденков Г.А.*, *Недзвецкая О.В.* Динамические задачи теории упругости в приложении к проблемам акустического контроля и диагностики. – М.: Издательство физико-математический литературы, 2004. – 136 с.
4. Руководство по эксплуатации прибора «Гермес-2». – Ижевск : изд-во ИжГТУ, 1999. – 11 с.
5. *Булатова Е.Г.* Изгибные колебания в задачах акустического контроля и диагностики, диссертация канд. физ.-мат. наук, 01.04.01 / Булатова, Елена Галавтеевна. – Ижевск, 2000. – 143 с.
6. *Смекалов В.В.* Акустические регистраторы разрядных процессов в изоляции трансформаторов тока с радиоканалом // Электро. – 2007. – №2. – С. 34–37.

Уржумцев К.А., магистрант;
Мурашов С.А., к.т.н., доцент, e-mail: sm-ii@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

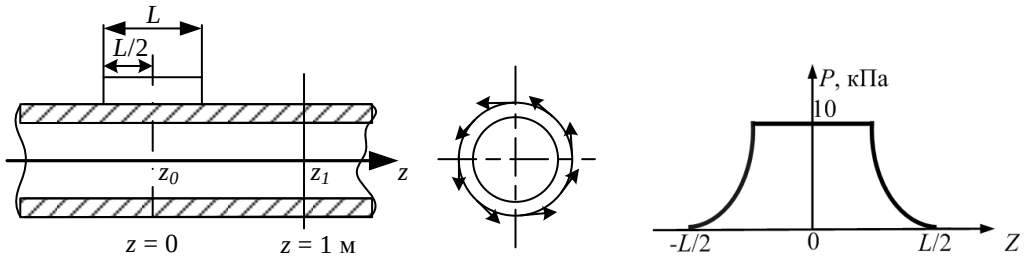
Исследование резонансных частот при возбуждении крутильных волн в трубах малого диаметра и прутках

Аннотация. Приведены результаты теоретических исследований влияния размеров поперечного сечения стальных труб и прутков круглого профиля на амплитуду крутильных волн и резонансные частоты при заданных параметрах возбуждения и упругих свойствах материала. Полученные результаты могут быть учтены при разработке аппаратуры и методик контроля труб с использованием крутильных волн.

Ключевые слова: трубы малого диаметра, прутки, волноводный акустический контроль, крутильная волна, резонансные частоты

Волноводный акустический контроль характеризуется распространением нормальной волны вдоль линейно-протяженного объекта от точки возбуждения на расстояния свыше нескольких десятков метров, отражаясь от дефектов и торцов объекта контроля. Крутильная волна – нормальная волна, имеющая только одну угловую компоненту смещения, которая распространяется вдоль линейно-протяженного объекта. При малых диаметрах и на низких частотах в трубах может распространяться только одна мода крутильной волны $T(0,1)$. Эффективность волноводного метода с использованием крутильных волн при выявлении продольных дефектов в НКТ продемонстрирована в работах [1, 3].

Согласно ГОСТ 8734–75 трубы стальные бесшовные холоднодеформированные имеют наружный диаметр от 5 до 250 мм и толщину стенки от 0,3 до 24 мм. Прокат стальной горячекатаный круглый изготавливают по ГОСТ 2590-2006 диаметром от 5 до 270 мм.



а *б* *в*

Рис. 1. Схема возбуждения и приема крутильных волн в бесконечном цилиндре (*а*); давление *P*, создающее крутящий момент *M* (*б*); распределение давления по оси *z* (*в*)

В качестве физической модели для исследования распространения крутильной волны рассмотрен бесконечный цилиндр из проводящего материала, на внешней поверхности которого расположен электромагнитно-акустический преобразователь длиной L и возбуждающий упругие напряжения P в ограниченной области $[z_0-L/2;\ z_0+L/2]$, гармонически изменяющиеся во времени и создающие крутящий момент M. Точка $z_0 = 0$ – середина преобразователя по длине. Схема модели показана на рис. 1, *а*. Напряжения направлены по касательным к внешней стенке трубы, а их амплитуда постоянна во всей области (рис. 1, *б*, *в*) [2].

Математическая модель распространения крутильных волн в конечном цилиндре представлена в [2]. В рассматриваемом случае бесконечного цилиндра формула для расчета угловых смещений U_φ имеет вид [4]:

$$U_\varphi(r,z,\omega) = -\int_{-\infty}^{\infty} \frac{F(k)[(Y_2(b\beta)J_1(r\beta) - Y_1(r\beta)J_2(b))\beta]}{\mu\beta(J_2(a\beta)Y_2(b\beta) - J_2(b\beta)Y_2(a\beta))}\exp(ikz)\frac{dk}{2\pi(\mu + i\omega\eta)}, \quad (1)$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\omega^2}{C_t^2 + i\omega\eta/\rho} - k^2}, \quad (2)$$

$$C_t = \sqrt{\mu/\rho}, \quad (3)$$

где $F(k)$ – коэффициенты ряда Фурье разложения функции распределения касательных напряжений на поверхности цилиндра, J_1 – функция Бесселя первого рода, первого порядка, Y_1 – функция Бесселя второго рода, первого порядка, J_2 – функция Бесселя первого рода, второго порядка, Y_2 – функция Бесселя второго рода, второго порядка, μ – модуль сдвига, a – внешний радиус трубы, b – внутренний радиус трубы, k – коэффициент, определяемый из граничных условий, r

и z – координаты, ω – круговая частота колебаний, C_t - скорость поперечной волны.

Исследования выполнены на стальных трубах малого диаметра разных типоразмеров, покрытых снаружи слоем акриловой резины. Упругие характеристики материала трубы (сталь): плотность ρ = 7800 кг/м^3, модуль сдвига μ = 8,23·10^{10} Па, скорость поперечной волны C_t = 3250 м/с, динамическая вязкость μ_1 = 1000 Па·с. Для акриловой резины задано: ρ = 1180 кг/м^3, μ = 2,4·10^9 Па, μ_1 = 0,025 Па·с, коэффициент сопротивления трения на внешней поверхности 0,9. Длина ЭМА преобразователя L = 0,01 м, расстояние до точки наблюдения z = 1 м.

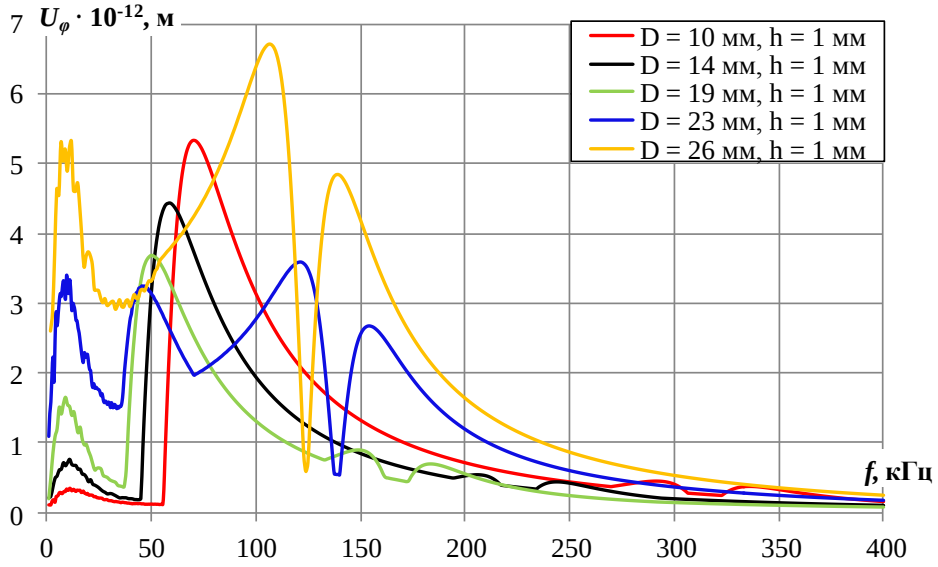


Рис. 2. Зависимости амплитуды смещений U_φ от частоты f для труб диаметрами 10, 14, 19, 23 и 26 мм при толщине стенки h = 1 мм

Результаты расчетов показывают, что при фиксированной толщине стенки h с увеличением диаметра D трубы антирезонансные частоты f_{1a} уменьшаются (рис. 2). Например, для трубы с толщиной стенки h = 1 мм диаметром D = 10 мм антирезонансная частота f_{1a} = 315 кГц, для трубы диаметром D = 14 мм – f_{1a} = 223 кГц, для трубы диаметром D = 19 мм – f_{1a} = 165 кГц, для трубы диаметром D = 23 мм – f_{1a} = 139 кГц, а для трубы диаметром D = 26 мм – f_{1a} = 122 кГц, что соответствует условию одноволнового резонанса по диаметру (D = 0,96λ) [5]. Кроме того, видно, что в трубах малого диаметра (10 и 14 мм) амплитуды крутильных волн чрезвычайно малы для частот ниже 60 кГц.

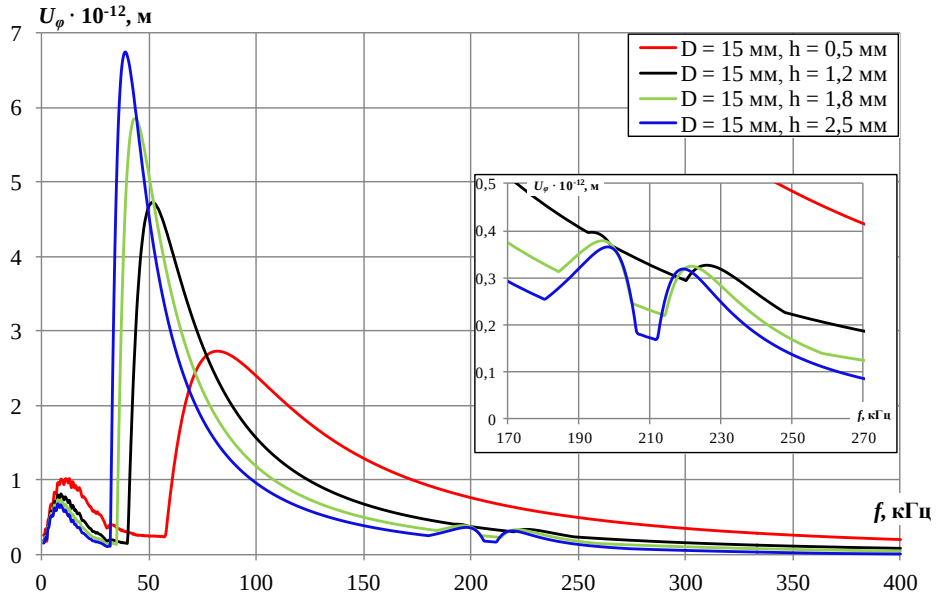


Рис. 3. Зависимости амплитуды смещений U_φ от частоты f для трубы диаметром D = 15 мм с различной толщиной стенки h

Для особотонкостенной (h = 0,5 мм), тонкостенной (h = 1,2 мм), толстостенной (h = 1,8 мм) и особотолстостенной (h = 2,5 мм) труб диаметром D = 15 мм, согласно классификации по ГОСТ 8734-75, установлено, что с увеличением толщины стенки h положение резонансной частоты f_{max} изменяется (рис. 3): для рассматриваемых толщин f_{max} составляет, соответственно, 81,5; 51,5; 43,5 и 39 кГц. На частотах выше резонансной наблюдается существенное уменьшение амплитуды по экспоненциальному закону. Кроме того, имеются критические частоты $f_0 < f_{max}$, ниже которых амплитуды крутильных волн в несколько раз меньше амплитуд на резонансной частоте. Данное обстоятельство может вызывать затруднения при возбуждении крутильных волн на частотах ниже f_0. Например, для тонкостенной трубы с D = 15 мм и h = 1,2 мм амплитуда U_φ на частоте f_{max} = 51,5 кГц составляет $4{,}7 \cdot 10^{-12}$ м, а на частоте f_0 = 40 кГц – $1{,}4 \cdot 10^{-13}$ м. Положение критических частот f_0 зависит от толщины h стенки трубы.

При моделировании прутков внутренний радиус b принимается равным нулю. Упругие параметры материала те же, что и для труб. Длина ЭМА преобразователя L = 0,03 м, расстояние до точки наблюдения z = 1 м.

Зависимость амплитуды смещения U_φ от диаметра D прутка показана на рис. 4. Видно, что положение резонансной частоты f_{max} находится в обратной зависимости от диаметра прутка D, а амплитуда U_φ – в прямой зависимости. На частотах выше f_{max} наблюдается резкое экспоненциальное уменьшение амплитуды крутильных волн, что делает целесообразным осознанный подход к выбору рабочей частоты при контроле прутков круглого сечения. Значение f_{max} не зависит от расстояния z от источника крутильных волн, что видно из графиков на рис. 5. На расстояниях $z < 1$ м при $f < f_{max}$ наблюдается эффект ближней зоны.

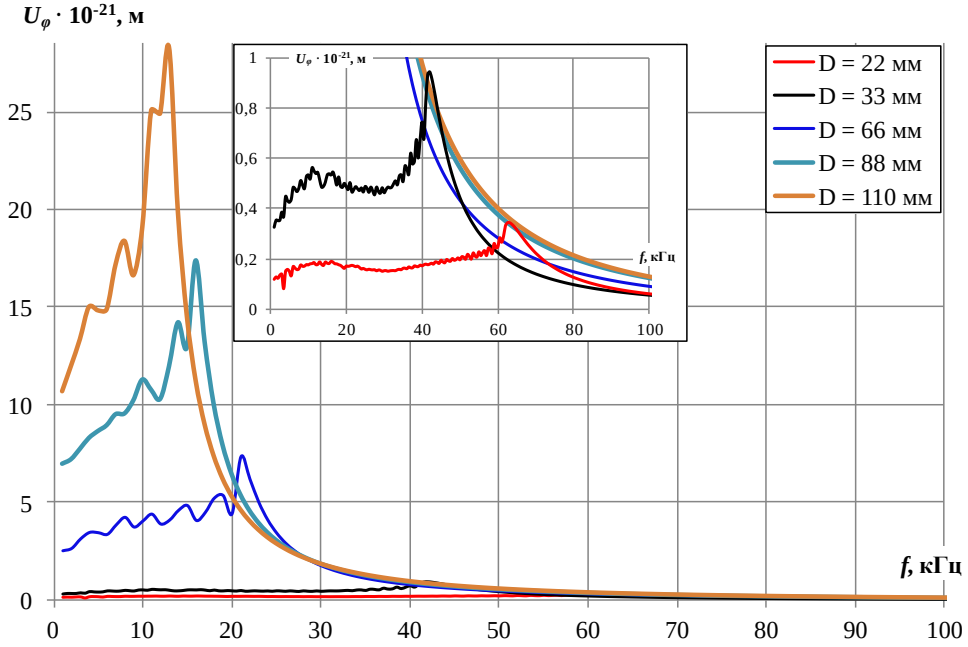


Рис. 4. Зависимости амплитуды смещений U_φ от частоты f для различных диаметров D прутков на частоте f от 0 до 100 кГц

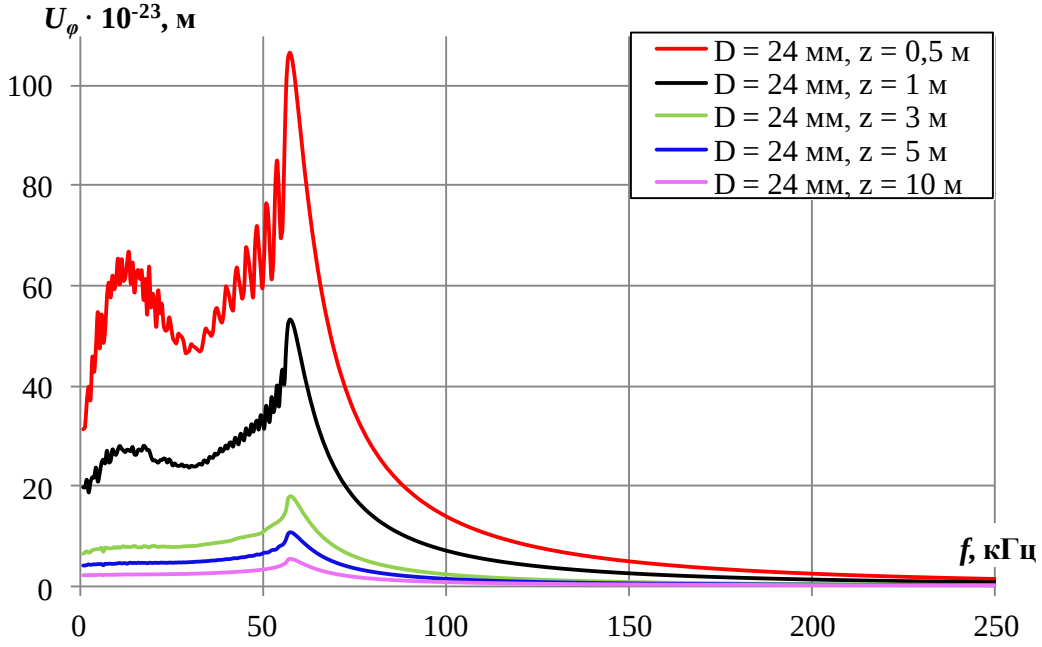


Рис. 5. Зависимости амплитуды смещений U_φ от частоты f для прутка диаметром D = 24 мм при различных расстояниях z до точки наблюдения

В ходе рассмотрения зависимости амплитуды смещений U_φ от частоты f существенное влияние динамической вязкости материала μ_1 в пределах 10^2–10^4 Па·с (рис. 6) на амплитуду смещений U_φ в области резонансной частоты f_{max} не выявлено.

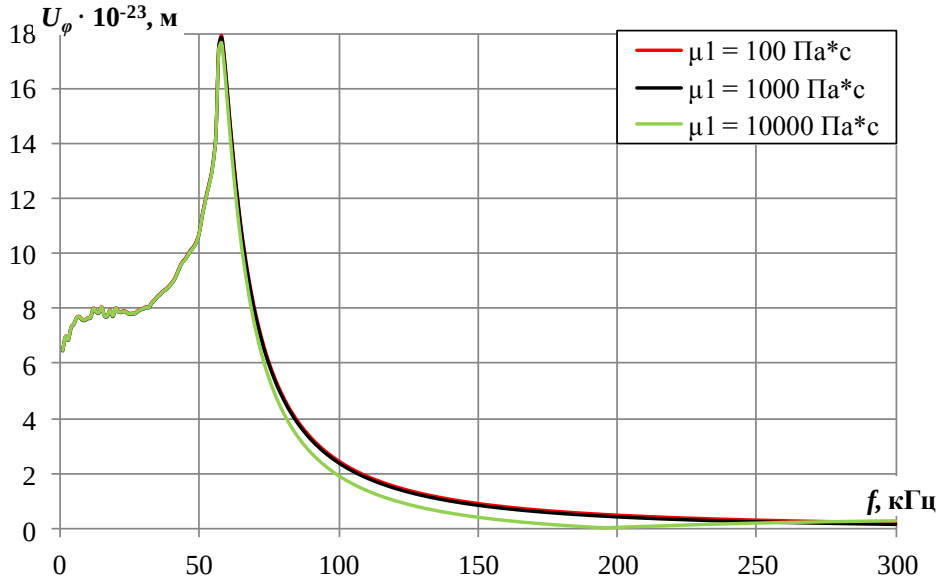


Рис. 6. Зависимости амплитуды крутильных волн U_φ от частоты f для прутка диаметром D = 24 мм при различных значениях динамической вязкости материала μ_1 при расстояния от источника крутильных волн z = 3 м

Таким образом, зависимости амплитуды угловых смещений U_φ крутильной волны то частоты f в трубах малого диаметра и прутках, нагруженных на внешней границе на акриловую резину, имеют сложный характер: в области низких частот амплитуды малы (уменьшаются с уменьшением диаметра), затем следует область резонансных частот, которой соответствует рост амплитуды в U_φ в несколько раз, а при дальнейшем увеличении частоты амплитуды уменьшаются по экспоненте. Численными расчетами показано, что с увеличением диаметра D трубы малого диаметра при фиксированной толщине стенки h антирезонансные частоты f_{1a} уменьшаются, а их значения соответствуют условию одноволнового резонанса по диаметру. Значение резонансной часты f_{max} находится в обратной зависимости не только от диаметра D, но и от толщины стенки h. В ходе исследования стальных прутков выявлено увеличение амплитуды смещений U_φ с увеличением диаметра прутка, а также оценена зависимость амплитуды смещений U_φ для различных расстояний до точки наблюдения z для прутка. В ходе рассмотрения зависимости амплитуды смещений U_φ от частоты f существенное влияние динамической вязкости материала μ_1 в пределах 10^2–10^4 Па·с на амплитуду смещений U_φ в области резонансной частоты f_{max} не выявлено.

Полученные результаты могут быть учтены при разработке аппаратуры и методик контроля труб с использованием крутильных волн, а также при исследовании амплитудно-частотных характеристик трубы как упругого волновода.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-19-00051).

Список литературы

1. *Буденков Г.А.* Взаимодействие крутильных волн с продольными трещинами труб / Г.А. Буденков, О.В. Недзвецкая, Д.В. Злобин, С.А. Мурашов // Дефектоскопия. – 2006. – №6. – С. 58–66.
2. *Леньков С.В.* Распространение крутильных волн в конечном цилиндре, возбуждаемых ЭМА преобразователями / Леньков С.В. // Магнитные явления: Сб. статей / Под ред. проф. Ломаева Г.В. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, 2012. – С. 202–208.
3. *Муравьева О.В.* Использование крутильных волн при выявлении эксплуатационных дефектов насосных штанг и насосно-компрессорных труб / О.В. Муравьева, С.А. Мурашов // Вестник Ижевского государственного технического университета. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ, №2(50), 2011. – С. 149–154.
4. *Муравьева О.В.* Крутильные волны, возбуждаемые электромагнитно-акустическими преобразователями, при акустическом волноводном контроле трубопроводов / О.В. Муравьева, С.В. Леньков, С.А. Мурашов // Акустический журнал. – 2016. – Т. 62. – №1. – С. 117–124.
5. *Муравьева О.В.* Факторы, влияющие на эффективность возбуждения крутильных волн при волноводном контроле труб / Муравьева О.В., Леньков С.В., Муравьев В.В., Мышкин Ю.В., Мурашов С.А. // Дефектоскопия. – 2016. – Т. 52. – №2. – С. 33–41.

Фоминых[1] *Р.Л.*, к.т.н., доцент, зав. кафедрой, e-mail: saprlab@ya.ru;
Крутихин[2] *А.Д.*, доцент, e-mail: alexey.krutikhin@gmail.com

[1] ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

[2] ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», Воткинский филиал

Программно-аппаратный комплекс измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest»

Аннотация. В статье описана разработка ученых ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» программно-аппаратного комплекса измерения толщины лакокрасочных покрытий в котором в качестве блока управления и визуализации результатов измерений используется мобильные устройства (смартфоны, планшеты), работающие под управлением операционных систем Android и iOS. Передача данных на блок управления от датчика реализована через универсальный стандартный 4-х контактный разъем mini jack 3,5 мм. Датчик спроектирован на базе заграждающего LRC-фильтра. Для расчета толщины лакокрасочного покрытия используется математический аппарат базирующийся на гармоническом анализе периодических сигналов.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, толщиномер, мобильные устройства, прибор, Android, iOS, программа для ЭВМ, заграждающий LRC-фильтр, гарнитура, индуктивность, контроль толщины краски, кузовные работы на автомобилях, фильтр частоты, распределение Фурье, модуляция сигнала, дискретизация сигнала

По данным Комитета автопроизводителей АЕВ в 2014 году объем продаж новых автомобилей в России составил 2,5 млн. машин. На вторичном рынке, по данным того же источника, объем продаж в России составил более 6 млн. машин.

Одним из основных критериев при выборе автомобиля является отсутствие дефектов кузова в следствии попадания автомобиля в дорожно-транспортное происшествие и проводимых в последствии это ремонтно-кузовных работ. По данным журнала «За рулем» за 2014 год 44 % автомобилей со сроком эксплуатации до 5-ти лет участвовали в дорожно-транспортных происшествиях с последующим проведением на них ремонтно-кузовных работ, и такая же ситуация с 8 % процентами новых автомобилей.



Рис. 1. Статистика количества автомобилей на которых производились ремонтно-кузовные работы

Одним из инструментов проверки факта проведения ремонтно-кузовных работ на кузовах автомобилей в следствии попадания их в дорожно-транспортные происшествия является контроль толщины лакокрасочного покрытия.

Суть оценки сводится к измерению толщины лакокрасочного покрытия на отдельных частях кузова автомобиля и сопоставления полученных данных с известной эталонной толщиной заводского покрытия.

Для контроля толщины лакокрасочного покрытия автомобиля используют приборы неразрушающего контроля – толщинометры.

На мировом рынке, как и на отечественном, приборы измерения толщины лакокрасочного покрытия на автомобилях представлены моделями североамериканских, немецких, польских, китайских и тайваньских производителей.

Наибольшую долю продаж на трансконтинентальных торговых площадках Ebay и AliExpress занимает продукция китайских и тайваньских производителей. В частности, в России они известны под торговыми марками Eurotrade и Horstek. Стоимость таких приборов колеблется в пределах 3,5–6 тыс. рублей.

По данным компании Yandex в 2015 году в России поисковый запрос «толщиномер лакокрасочных покрытий купить» составляет 11,5 тыс. запросов в месяц, а компания Google констатирует 9,2 тыс. запросов. Что касается мирового рынка толщиномеров, то анализ счетчика продаж продавцов Ebay и AliExspress доходит до 3–5 тысяч приборов в год.



Рис. 2. Внешний вид толщиномеров покрытий представленных на рынке



Рис. 3. Визуализация статистики запросов Яндекс-метрики

Не смотря на это, производство толщиномеров невысокого ценового диапазона в России полностью отсутствует. На рынке России представлены приборы отечественного производства высокого ценового диапазона ориентированные для использования в промышленных производствах.

Следует отметить, что в настоящее время, в связи с текущими политическими и экономическими изменениями в мире и в России, в частности с изменением курса национальной валюты импорт приборов становится не выгодным, т.к. конечная цена реализации на внутреннем рынке становится выше комфортного уровня и вызывает падение спроса.

В результате проведенных маркетинговых исследований получены выводы:

1. Толщиномер является товаром с ярко выраженным постоянным высоким спросом.

2. Производители приборов в диапазоне низкой товарной цены в России отсутствует.

3. Импорт приборов в текущей экономической ситуации является малорентабельным.

4. Экспорт приборов в диапазоне низкой товарной цены в текущей экономической ситуации (текущего курса национальной валюты) является сверхприбыльным.

Для организации международной торговли по почте и торговли внутри России почтовыми отправлениями требуется обеспечение малой массы, компактности и отсутствие хрупких составляющих товара.

Требуется инновационный подход к созданию прибора принцип работы которого основан на новых конструктивных решениях и технологиях.

В результате проведенных НИОКР на ряду с работами посвящёнными повышению конкурентоспособности предприятий [1, 2], учеными ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» Инжиниринговый центр «ИжСпецТех» предложен и реализован в опытном исполнении программно-аппаратный комплекс измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest» для стационарного персонального компьютера под управлением операционной системы MS Windows (рис. 4).

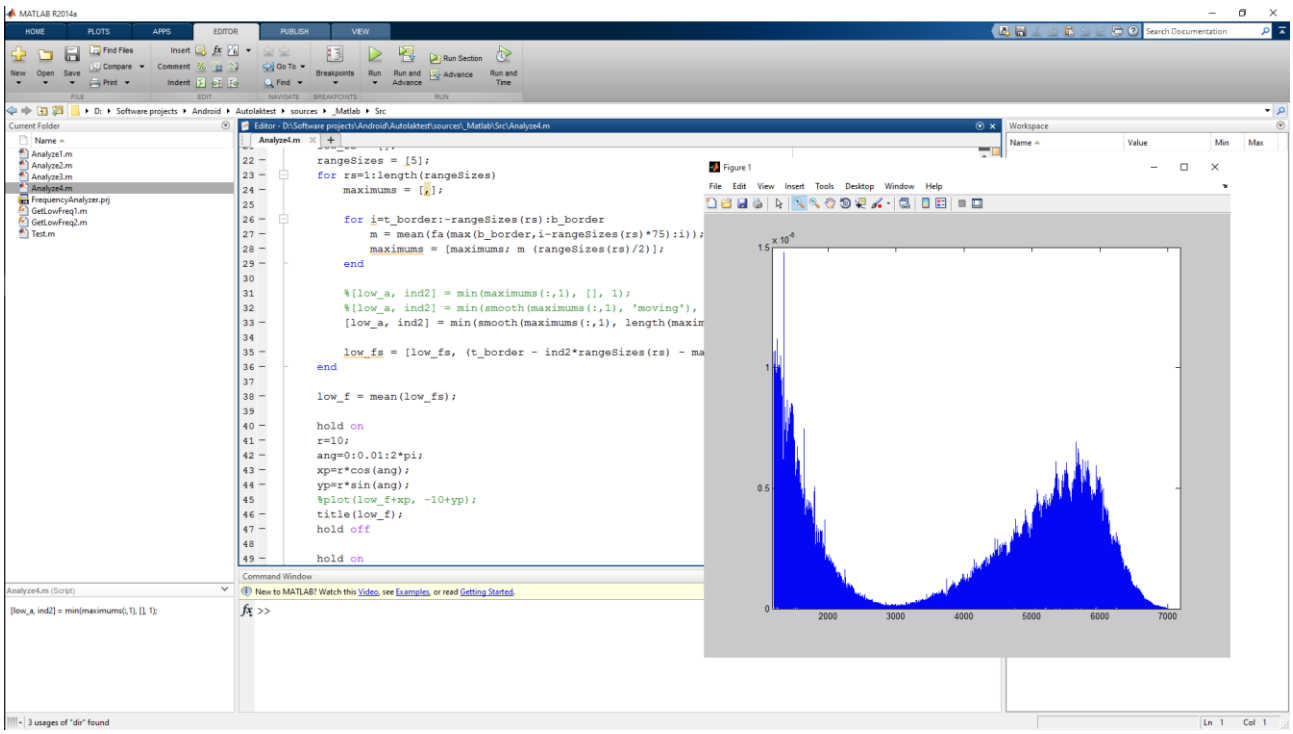


Рис. 4. Экранные формы программно-аппаратный комплекс измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest» операционная система MS Windows

Ключевым конкурентным преимуществом разрабатываемого комплекса будет являться использование в качестве блока управления и визуализации данных мобильных устройств (смартфоны, планшеты), управляемые операционными системами Android и iOS. Комплекс ориентирован на реализацию импортозамещения и экспорта приборов в страны Европы и Северной Америки.

Программно-аппаратный комплекс измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest» будет состоять из двух частей:

1. Датчик, представляющий собой электрическую схему заграждающего LRC-фильтра с возможностью подключения к мобильному устройству через гнездо аудиовыхода 3,5 мм (гарнитуры) (рис. 5).

2. Программа обработки сигнала и визуализации данных для мобильных устройств (смартфоны, планшеты), управляемых операционными системами Android и iOS (рис. 6).



Рис. 5. Датчик программно-аппаратного комплекса измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest»

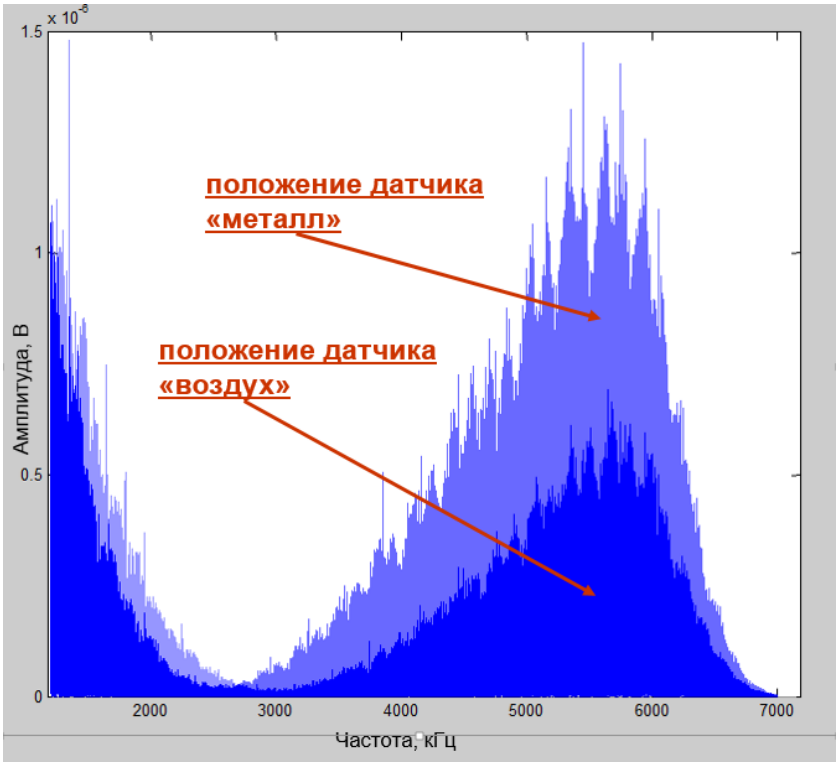


Рис. 6. Обработки сигнала и визуализации данных программно-аппаратного комплекса измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest»

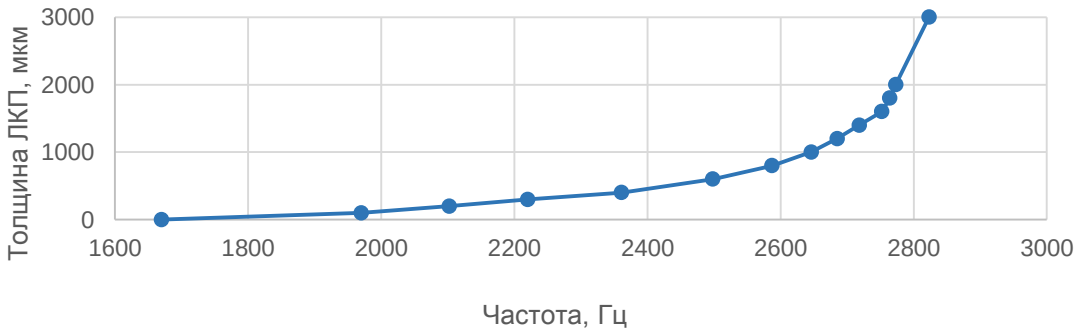


Рис. 7. Тонировочная таблица программно-аппаратного комплекса измерения толщины лакокрасочных покрытий «PaintTest»

Проведен анализ точности получаемых результатов [3]. Тарированная таблица представлена на рисунке 7.

Программу предлагается разместить на ресурсах Google Play и AppStore в режиме свободного скачивания. Датчик, ввиду его транспортабельности, использовать в качестве товара, реализацию которого в России планируется производить оптом, через открытую для общего доступа сеть дилеров компаний-импортеров толщиномеров, а на мировом рынке через сеть ресурсов компании Ebay.

Список литературы

1. *Коршунов А.И., Фоминых Р.Л.* Использование показателей организационно-технического уровня производственной системы для оценки трудоемкости изготовления производственной номенклатуры // Интеллектуальные системы в производстве. – 2007. – № 1. – С. 128–138.
2. *Фоминых Р.Л., Коршунов А.И., Якимович Б.А.* Исследование организационно-технического уровня производственных систем машиностроения в теории конструктивно-технологической сложности // Тр. IV Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в инновационных проектах». – Ижевск : ГОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет», Министерство топлива, энергетики и связи УР. – 2003. – С. 119–120.
3. *Фоминых Р.Л., Якимович Б.А., Коршунов А.И.* Автоматизированный модуль обработки экспертных данных // Тр. III Междунар. науч.-техн. конф. «Информационные технологии в инновационных проектах». – Ижевск : Изд-во Ижевского радиозавода, 2001. – С. 168.

Хасанов Р.Р., магистрант, e-mail: beif@mail.ru;
Стрижак В.А., к.т.н, доцент, e-mail: str@istu.ru;
Пряхин А.В., зав. лабораторией;
Ефремов А.Б., инженер-программист

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Оценка производительности информационной системы аппаратного комплекса для акустической тензометрии

Аннотация. Рассмотрена система акустической тензометрии, основанная на точном измерении времени распространения упругих волн в объекте контроля. Разработанные аппаратные средства и программное обеспечение, используют математические методы обработки информации, позволяющие точно определять временные интервалы. Проведены эксперименты по оценке производительности программного средств, оценены различные конфигурации оборудования.

Ключевые слова: акустическая тензометрия, производительность компьютерных систем

Для целей акустической тензометрии [1–3] и структуроскопии массивных металлических объектов разработан аппаратный комплекс. Измерения производятся акустическим методом по результатам регистрации разности времени прихода двух плоско-поляризованных сигналов. Датчик использует систему намагничивания, работающую в режиме циклического намагничивания (1 интервал времени рабочий, 3 интервала – пауза) [4–6]. Циклический режим работы, за счет больших приложенных токов к намагничивающей системе, позволил увеличить напряженность магнитного поля в зазоре и уменьшить массу датчика. Приемно-излучающая система датчика (преобразователь) реализована на электромагнитно - акустическом (ЭМА) принципе действия. Такой принцип действия при приеме и излучении имеет следующие преимущества:

- контроль через воздушный зазор без применения контактных жидкостей (даже в условиях высоких температур);
- нет износа ЭМА преобразователя;
- повторяемость полученных результатов вне зависимости от перекосов преобразователя относительно поверхности объекта контроля и от наличия на поверхности изделия разнообразных мешающих факторов: ржавчина, краска, окалина, загрязнения и т. д.;
- возможность приема и возбуждения нескольких частот упругих колебаний любых типов волн, в том числе поперечных с горизонтальной поляризацией, которые крайне сложно возбудить и принять, например, контактным способом.

Основным недостатком ЭМА преобразователя является крайне низкий коэффициент преобразования, определяемый как отношение амплитуды электрического эхоимпульса к амплитуде акустического импульса, зарегистрированного ЭМА преобразователем.

В задачах тензометрии, толщинометрии и структуроскопии, в которых необходимо точно (при отклонениях скорости менее 1 %) измерять время распространения упругих волн в объекте контроля, использование ЭМА преобразователей выдвигает ряд дополнительных требований к информационно-измерительной системе. Система должна обладать высокой точностью определения времени пробега импульсов в условиях случайных электромагнитных помех (например - индустриального типа) и малого размаха регистрируемых сигналов [6, 7]. Поэтому к информационно-измерительной системе с использованием ЭМА преобразователя предъявляются следующие технические требования:

- Высокоскоростная регистрация принимаемых сигналов.
- Общая синхронизация системы с частотой промышленной питающей сети с целью исключения влияния сетевых помех.
- Подавление случайных индустриальных помех методом усреднения по множеству реализаций.

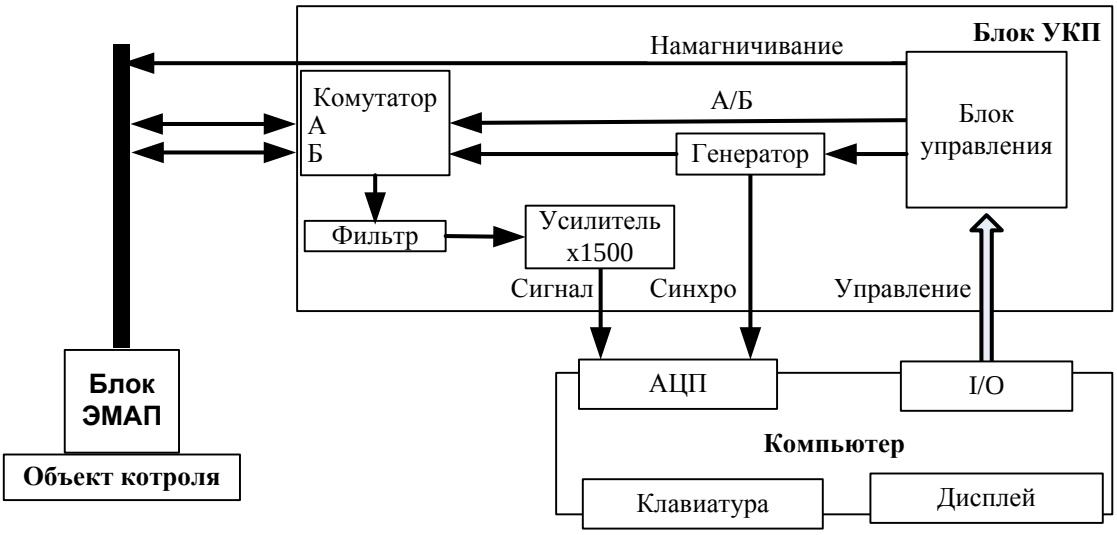


Рис. 1. Структурная схема аппаратно программного комплекса

Структурная схема аппаратно программного комплекса приведена на рисунке (рис. 1). В качестве центрального узла аппаратно программного комплекса применен типовой компьютер под управлением Microsoft Windows. Все оригинальные узлы (усилитель, коммутатор, генератор, интерфейс управления, блок питания) собраны в блоке УКП. Плата АЦП фирмы «RudShel» работает в режиме Bus-Master и подключена по системной шине PCI (USB) компьютера. Данные регистрируются с разрешением по амплитуде 8 бит во внутренний буфер объемом 2 МБ. Диапазоны шкал входного напряжения (±5 В; ±2,5 В; ±1 В; ±0,5 В) вместе с каналом усиления блока УКП позволяют регистрировать сигналы в нескольких динамических диапазонах. В качестве цифрового узла управления используется преобразователь Com = I/O.

При прозвучивании объекта контроля значительной толщины (вместе с возможностью использования нескольких отражений акустического сигнала) необходимо принимать большой объем регистрируемых данных. Например, при регистрации 20 отражений на объекте контроля толщиной 0,15 м при скорости ультразвуковой волны 3200 м/с, измеряемое время составляет 1,875 мс, при этом объем зарегистрированных данных при частоте дискретизации 250 МГц составит 469 тыс. отсчетов для каждого канала регистрации. Последующая обработка таких данных в формате с плавающей запятой (Real types Extended) потребует резервирования 10 Мб данных на каждое измерение (без учета промежуточных и пересчетных массивов). Для получения более точных значений сигнала на временной оси производится интерполяция сигнала в промежуточных точках. Интерполяция кратно увеличивает объем обрабатываемых данных.

Программное обеспечение (ПО) информационно-измерительной системы синхронизирует процесс регистрации с работой генератора зондирующих импульсов, производит первичную обработку регистрируемых сигналов. Пользователь управляет коэффициентами усиления платы АЦП и конфигурирует всю систему регистрации через оконный интерфейс программы в соответствии с задачами эксперимента. Используемое программное обеспечение «Принц VIII»

получило свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ №2015662211. Окно программы изображено на рисунке (рис. 2).

В условиях низкого коэффициента преобразования ЭМА преобразователя и широкой полосе пропускания усилителя (0,6÷6 МГц по уровню – 6 дБ) в регистрируемом сигнале присутствует достаточно широкий спектр разнообразных электрических шумов и помех. С целью отстройки от влияния шумов и повышения разрешающей способности во временной области используется усреднение многократно зарегистрированного сигнала (от 1 до 32 шагов) и цифровая фильтрация. Использование усреднения снижает уровень шумов в 4 раза.

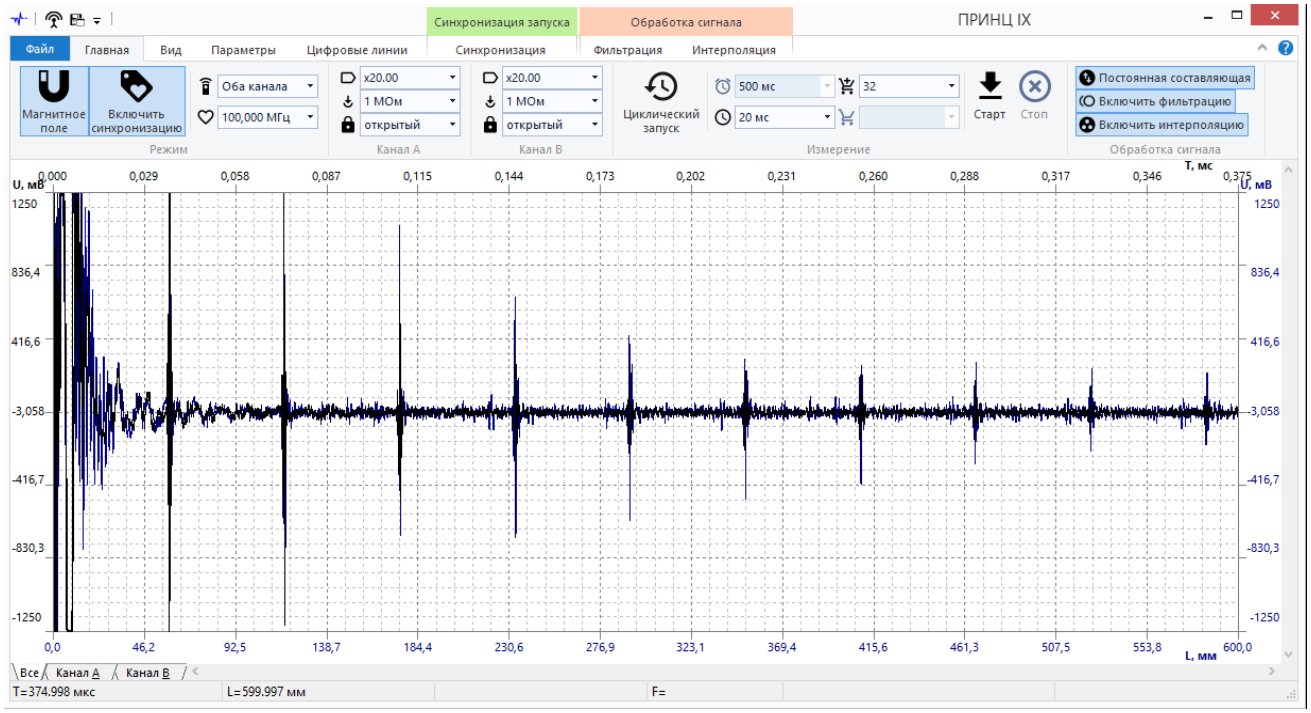
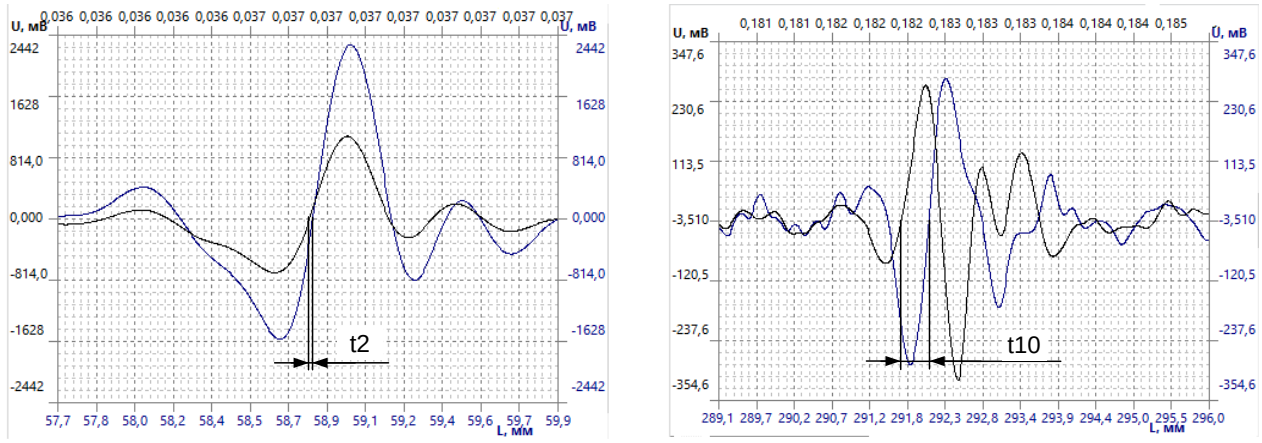


Рис. 2. Интерфейс программы регистрации



а *б*

Рис. 3. Осциллограммы сигнала, развернутые в районе 2-го донного отражения (*а*), 10-го донного отражения (*б*)

Рост разрешающей способности по времени при использовании дальних отражений показывают части эхограммы, совмещенные на одной временной оси и развернутые в районе 2-го (рис. 3, *а*) и 10-го донных отражений (Рис. 3, *б*). При увеличении номера донного отражения возрастает разница во времени прихода фронта импульса (t_2 = 0,03 мкс [0,2 мм], t_{10} = 0,16 мкс [1,0 мм]). Использование поздних импульсов для определения временной разницы между ними кратно увеличивает разрешающую способность по временной оси.

К сожалению, простые методы определения разности прихода импульсов (по переходу через ноль, разности положений максимумов и т.д.) не очень надежны из-за искажения импульсов в процессе их распространения и отражения в объекте контроля. Повышение повторяемости определения временного интервала удалось достичь за счет использования функции корреляции. Достигнутая точность соответствует разрешающей способности устройства регистрации по временной оси (250 МГц для АЦП – RudShel ЛА-н4USB). Для увеличения разрешающей способности системы во временной области используется метод линейной интерполяции (до 2000 МГц).

Таблица 1 **Результаты эксперимента**

Параметры компьютера	**1. Мобильный, панельный**			**2. Стационарный, бюджетный**			**3. Стационарный, профессиональный**		
Операционная система	Win 8 – 32			Win 7 – 32			Win 7 - 64		
Тип процессора	Intel Atom D2500			Intel P G2120 3.1GHz			Intel I-5 3470 3.2GHz		
Тип АЦП	RudShel ЛА-н10М8-100			RudShel ЛА-н4USB			RudShel ЛА-н 10М8-100		
Частота дискретизации АЦП (Интерполяции)	100 МГц (500 МГц)			125 МГц (500 МГц)			100 МГц (500 МГц)		
Глубина прозвучивания, мм	500	1000	2000	500	1000	2000	500	1000	2000
Время регистрации, сек	0,968	0,975	0,976	1,46	1,60	1,85	0,905	0,909	0,910
Время расчета, сек	1,970	3,745	7,905	0,22	0,41	0,77	0,168	0,317	0,621

Необходимость использования расчетных элементов (корреляция, фильтрация, интерполяция и т.д.) существенно нагружает процессор аппаратного комплекса. Для учета влияния параметров эксперимента на требования к ПК система опробована в разных конфигурациях компьютера. Результаты представлены в таблице. При этом время вывода информации на экран не учитывалось. Эксперимент проводился с использованием стандартного образца СО-2 высотой 59 мм. В настройках программы была задана глубина прозвучивания объекта контроля в 500 мм, 1000 мм и 2000 мм. В информационной системе присутствуют постоянные задержки, учтенные в строке «Время регистрации»:

время установления намагничивающего поля (0,4 с), время переключения каналов регистрации (0,4 с). Остальные настройки системы постоянны.

Из таблицы видно существенное влияние типа интерфейса платы АЦП (PCI/USB) на время регистрации сигналов. Например, компьютер №2 имел плату АЦП с USB интерфейсом и затратил в 1,5 раза больше времени, чем панельный компьютер №1 с очень слабым процессором [9]. Глубина прозвучивания, при наличии быстрого интерфейса передачи данных от АЦП в компьютер, не оказывает существенного влияния на время регистрации сигнала. Производительность процессора оказывает ощутимое влияние на время расчета: время компьютера №1 и компьютеров №№2, 3 отличаются на порядок. У программы нет оптимизации к количеству ядер процессора. Из-за совпадения частоты работы процессоров компьютеров 2 и 3 время расчетов на них практически совпало. То есть, масштабирование системы возможно, исходя из размеров объекта контроля и целей эксперимента.

Выводы

Разработанная система может быть использована при решении ряда задач толщинометрии, структуроскопии и дефектоскопии ЭМА методами, основанных на точном измерении времени распространения упругих волн в объекте контроля. Аппаратный комплекс позволяет реализовать эхо-импульсный поляризационно-временной метод измерения скорости распространения двух поперечных волн с взаимно-перпендикулярными плоскостями поляризации, обеспечивая инструментальную погрешность измерений временных интервалов до 0,5 наносекунды.

Программное обеспечение информационно-измерительной системы аппаратного комплекса позволяет обеспечивать цифровую регистрацию сигналов по двум синхронным каналам и может проводить измерение параметров регистрируемых сигналов и оценивать их сдвиг относительно друг друга с использованием коэффициентов корреляции.

Работа выполнена в рамках проекта № 3.751.2014/К по государственному заданию Министерства образования и науки РФ ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова» на 2014–2016 гг. в рамках проектной части проведения научно-исследовательских работ.

Список литературы

1. *Муравьев В.В.* Акустическая тензометрия и структуроскопия железнодорожных колес / В.В. Муравьев, О.В. Муравьева, В.А. Стрижак, Л.В. Волкова, Е.Н. Балобанов. – Ижевск, 2014. – 180 с.
2. *Муравьев В.В.* Контроль остаточных напряжений в ободьях цельнокатаных вагонных колес методом акустоупругости / В.В. Муравьев, В.А. Стрижак, А.В. Пряхин, Е.Н. Балобанов // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2014. – № 3 (39). – С. 42–45.
3. *Муравьев В.В.* Разработка метода контроля остаточных напряжений в ободьях цельнокатаных колес вагонов с помощью электромагнитно-

акустического преобразователя / В.В. Муравьев В.В., О.В. Коробейникова, В.А. Стрижак, А.В. Пряхин, Л.В. Волкова, Е.Н. Балобанов // В книге: Механика микронеоднородных материалов и разрушение. Тезисы докладов VI Всероссийской конференции. Ответственные за выпуск: д.т.н. С. В. Смирнов, Г. П. Рытикова. 2010. С. 160.

4. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Балобанов Е.Н., Волкова Л.В.* Электромагнитно-акустический преобразователь. Патент на полезную модель RUS 127931 23.11.2012.
5. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Балобанов Е.Н.* Электромагнитно-акустический преобразователь. Патент на полезную модель RUS 134658 31.05.2013.
6. *Хасанов Р.Р., Пряхин А.В., Стрижак В.А.* Оптимизация параметров схемы возбуждения ЭМА датчика // Приборостроение в XXI веке – 2014. Интеграция науки, образования и производства : сб. мат. X Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием (Ижевск, 12–14 ноября 2014 г.). – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. – С. 246–252.
7. *Муравьев В.В.* К расчету параметров системы намагничивания электромагнитно-акустического преобразователя / В.В. Муравьев, В.А. Стрижак, Е.Н. Балобанов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 197–205.
8. *Стрижак В.А.* Информационно-измерительная система возбуждения, приема, регистрации и обработки сигналов электромагнитно-акустических преобразователей / В.А. Стрижак, А.В. Пряхин, С.А. Обухов, А.Б. Ефремов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2011. – № 1. – С. 243–250.
9. Intel® Atom™ Processor D2500 (1M Cache, 1.86 GHz) [Электронный ресурс]. – URL: http://ark.intel.com/ru/products/59682/Intel-Atom-Processor-D2500-1M-Cache-1_86-GHz?q=Intel%20Atom%20D2500 (дата обращения: 22.03.2016).
10. *Буденков Г.А., Муравьев В.В., Коробейникова О.В.* Исследование напряженно-деформированного состояния ободьев цельнокатаных вагонных колес методом акустической тензометрии //Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2009. – Том 6. – № 3. – С. 111–117.
11. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Балобанов Е.Н.* Оценка остаточных напряжений в бандажах локомотивных колес методом акустоупругости // Дефектоскопия. – 2013. – № 7. – С. 22–28.
12. *Муравьев В.В., Волкова Л.В.* Оценка величины натяга бандажей локомотивных колес методом акустоупругости // Дефектоскопия. – 2013. – № 9. – С. 40–46.
13. *Муравьев В.В., Муравьева О.В., Стрижак В.А., Пряхин А.В., Балобанов Е.Н., Волкова Л.В.* Оценка остаточных напряжений в ободьях вагонных колес электромагнитно-акустическим методом // Дефектоскопия. – 2011. – № 8. – С. 16–28.
14. *Муравьев В.В., Петров С.Ю., Платунов А.В., Балобанов Е.Н., Волкова Л.В., Рябов А.А., Соколов О.В., Печенова Т.П., Костюк В.В.* Распределение остаточных напряжений при электроконтактном упрочнении бандажей локомотивных колес // Технология машиностроения. – 2011. – № 9. – С. 42–45.
15. *Муравьев В.В., Петров С.Ю., Волкова Л.В.* Распределение остаточных напряжений в железнодорожных колесах после электроконтактного упрочнения поверхности катания // Дефектоскопия. – 2015. – № 10. – С. 64–74.

16. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Лапченко М.А.* Ультразвуковой контроль остаточных напряжений в бандажах локомотивных колес при производстве // Дефектоскопия. – 2015. – № 5. – С. 3–16.
17. *Муравьев В.В., Волкова Л.В., Лапченко М.А.* Изменения остаточных напряжений в бандажах колес локомотивов в процессе производства // Локомотив. – 2014. – № 12 (696). – С. 36–39.
18. *Муравьев В.В., Стрижак В.А., Волкова Л.В., Пряхин А.В.* Контроль натяга бандажей колес методом акустоупругости // Локомотив. – 2014. – № 5. – С. 39-41.
19. *Смирнов А.Н., Муравьев В.В., Хапонен Н.А.* Акустический критерий предельного состояния длительно работающего металла технических устройств опасных производственных объектов // Контроль. Диагностика. – 2004. – № 5. – С. 19–23.

Раздел 5. Программная инженерия

Содержание

Поскребышев Р.С., Тарасов В.Г. API на основе SOAP и REST 404
Федоров Н.В. Экспертная система оценки дорожно-транспортных ситуаций 410
Немцов В.М., *Груздев Д.В.* The program system for measurement protocol generation in shallow electroprospection 415
Архипов И.О., Гиниятуллин Р.Р. Автокорреляционный выделитель основного тона с предварительным оцениванием частоты колебания голосовых связок 421
Максимов А.Н., Еланцев М.О., Архипов И.О., Широков В.А. Сопоставление характерных точек на последовательных кадрах в задачах аэронавигации по зрительным образам 428
Торхов Д.И., Еланцев М.О. Выбор контурного детектора в задачах аэронавигации по зрительным образам 432

УДК 004.4(045)

Раздел 5. Программная инженерия

Поскребышев Р.С., бакалавр, e-mail: poma.prs@gmail.com
Тарасов В.Г., профессор кафедры ПО

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

API на основе SOAP и REST

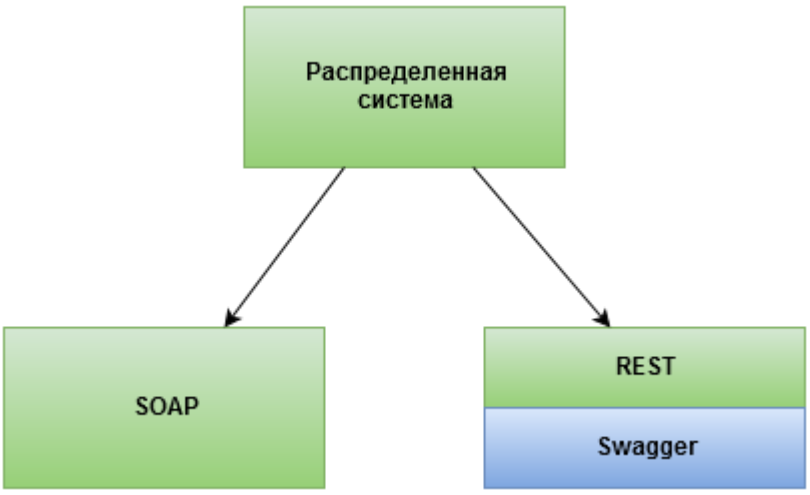
Аннотация: На сегодняшний день существует множество удаленных сервисов, предоставляющих данные, некоторые сервисы предоставляют функционал для обработки данных. До сих пор у некоторых разработчиков возникает вопрос, на каких технологиях должен основываться их сервис. Но, выбирая между похожими технологиями, они забывают об удобстве и скорости разработки.

В этой статье рассмотрены основные подходы к построению сервисов SOAP и REST, а также относительно новый инструмент – Swagger, и проанализированы простота и удобство в их использовании.

Ключевые слова: api, rest, soap, swagger, интерфейс веб-сервиса.

1. Введение

В данной статье сравниваются две реализации распределенных систем: SOAP и REST + Swagger и анализируется простота в разработке серверной и клиентской частей приложения.



Для начала вкратце рассмотрим, что такое SOAP, REST и Swagger.

2. SOAP, REST и Swagger

SOAP (*Simple Object Access Protocol*) – это протокол доступа к объектам, реализующий технологию RPC (удаленный вызов процедур). SOAP является хорошо развитым протоколом, поэтому реализация встречается во всех языках

программирования, в которых хоть раз кому-нибудь приходилось работать с RPC и передачей данных [1].

SOAP может быть реализован на основе любого протокола прикладного уровня, но чаще всего реализуется на HTTP. Т.к. для удаленного вызова процедур http-методов недостаточно, то обычно для запроса используется метод POST, а названия самих методов прописывается в URI.

SOAP – это удобство работы клиента. Серверная часть отдает клиенту WSDL-файлик, по которому на стороне клиента генерируется весь необходимый для передачи данных код. Программисту остается написать обычный вызов метода, иногда даже не задумываясь, что обработка происходит далеко не на рабочей машине клиента.

SOAP умеет работать как с данными, так и с операциями. Т.е. клиент может обращаться к сервису как для получения некоторых ресурсов, так и для обработки уже имеющихся у него ресурсов [2].

REST (*Representational State Transfer*) – прежде всего это стиль построения сообщений между сервером и клиентом, а также список некоторых ограничений, накладываемых на сервер и клиента [2]:

- использование четырех http-методов (get, post, put, delete);
- URI – это идентификатор ресурсов;
- использование http-заголовков и http-статусов о состоянии и работе сервера;
- подразумевает работу только с ресурсами (данными).

REST базируется на протоколе HTTP, и работа с другими протоколами не предусмотрена [3].

Swagger – программный фреймворк для предоставления REST сервисов. Swagger умеет генерировать спецификацию по существующему API и наоборот – генерировать API по спецификации. Также он умеет создавать клиентские приложения по той же спецификации, создавать графический интерфейс (User Interface, UI) вашего сервиса с поддержкой песочницы (удобного инструмента для отправки http-запросов прямо из UI). Поддерживает более 13 популярных языков программирования [4].

Swagger облегчает работу разработчикам: с помощью Swagger’а можно спроектировать продукт, разработать спецификацию и сгенерировать серверный и клиентский код. Здесь Swagger будет использоваться как инструмент генерации клиентской библиотеки.

Для демонстрации примеров были созданы четыре проекта: серверная и клиентская части на SOAP, серверная и клиентская части на REST с использованием Swagger’а. Для разработки проектов использовалась среда разработки Visual Studio 2015 и язык программирования C#. Приведенные далее примеры – это данные используемые или полученные из этих проектов.

Логика серверных частей обоих подходов одинакова. Сервер предоставляет один метод для получения данных о зоопарке, метод принимает вид животного (AnimalType) и возвращает характеристики самого любимого питомца (Animal) по заданному типу.

У зоопарка есть только два вида животных: кошки (Cat) и собаки (Dog). И представлены только по одному животному каждого вида: белая (white) кошка по имени Lucy ростом 0,157 метров и темно-зеленый пес Rocky ростом 0,5 метров.

Клиентские части также похожи: у сервера запрашивается информация о любимой собаке и о любимой кошке, затем их описание выводится на экран.

Теперь, когда определены основные понятия и описаны проекты, можно приступить к сравнению двух принципиально разных подхода.

3. Анализ передаваемых сообщений

Для начала рассмотрим объем данных, которые передаются через системы разного типа.

SOAP использует для общения только формат XML, т.е. перед отправкой все данные переводятся (сериализуются) в этот текстовый формат. И обычное сообщение запроса выглядит примерно так:

```
     POST http://172.16.0.5:5272/AnimalService.svc HTTP/1.1
     Content-Type: text/xml; charset=utf-8
     SOAPAction:
"http://tempuri.org/IAnimalService/GetFavoriteAnimal"
     Host: 172.16.0.5:5272
     Content-Length: 189
     Expect: 100-continue
     Accept-Encoding: gzip, deflate
     Connection: Keep-Alive

     <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
     <s:Envelope
xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
        <s:Body>
           <GetFavoriteAnimal xmlns="http://tempuri.org/">
              <animalType>Cat</animalType>
           </GetFavoriteAnimal>
        </s:Body>
     </s:Envelope>
```

В этом примере клиент, который передает сообщение, указал, что он обращается к методу `GetFavoriteAnimal` и передает в него параметр типа `AnimalType` со значением `Cat`.

А вот тот же запрос, только отправленный на REST-сервис:

```
     GET http://localhost:5272/api/Animals/favorite/Cat HTTP/1.1
     Host: localhost:5272
     User-Agent: Mozilla/5.0 (Windows NT 6.1; WOW64; rv:45.0)
Gecko/20100101 Firefox/45.0
     Accept:
text/html,application/xhtml+xml,application/xml;q=0.9,*/*;q=0.8
     Accept-Language: ru-RU,ru;q=0.8,en-US;q=0.5,en;q=0.3
     Accept-Encoding: gzip, deflate
     Connection: keep-alive
```

Сравнивая эти два примера, несущие одинаковый смысл, можно заметить, что в случае с SOAP вся основная информация передается в теле http-запроса, а в случае с REST тело вообще отсутствует, т.к. URI является идентификатором точки обращения и параметры указаны в этой же ссылке.

Также можно сравнить и полученные ответы.

Ответ SOAP:

```
HTTP/1.1 200 OK
Cache-Control: private
Content-Length: 476
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Server: Microsoft-IIS/7.5
X-AspNet-Version: 4.0.30319
X-Powered-By: ASP.NET
Date: Wed, 30 Mar 2016 16:01:17 GMT

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<s:Envelope
xmlns:s="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
   <s:Body>
      <GetFavoriteAnimalResponse xmlns="http://tempuri.org/">
         <GetFavoriteAnimalResult
xmlns:a="http://schemas.datacontract.org/2004/07/ZooSoapServer"
xmlns:i="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
            <a:Appearance>
               <a:Color>white</a:Color>
               <a:HeightMeters>0.157</a:HeightMeters>
            </a:Appearance>
            <a:Name>Lucy</a:Name>
            <a:Type>Cat</a:Type>
         </GetFavoriteAnimalResult>
      </GetFavoriteAnimalResponse>
   </s:Body>
</s:Envelope>
```

Ответ REST:

```
HTTP/1.1 200 OK
Content-Type: application/json; charset=utf-8
Server: Kestrel
X-SourceFiles:                                                =?UTF-
8?B?RDpcZ2l0XFpvb0FQSVxzcmNcWm9vUmVzdFxzcmNcWm9vUmVzdFNlcnZlclx3d3
dyb290XGFwaVxBbmltYWxzXGZhdm9yaXRlXENhdA==?=
X-Powered-By: ASP.NET
Date: Wed, 30 Mar 2016 17:08:40 GMT
Content-Length: 76

{
   "Name":"Lucy",
   "Type":0,
   "Appearance":{
      "HeightMeters":0.157,
```

```
        "Color":"white"
    }
}
```

Взглянув на эти примеры, давайте сразу заметим, что использование формата JSON в REST намного облегчает визуальное восприятие (к тому же и повышает скорость обработки данных благодаря своему минимализму).

REST в случаях получения данных использует GET запрос, что позволяет увеличить быстродействие клиентской части и снизить нагрузку на сервер за счет кэширования полученных ответов. SOAP же всегда использует POST-запросы, в которых кэширование не предусмотрено [5].

Почему же так получается, что XML является более тяжелым форматом? Это выходит из-за того, что вместе с данными так же передаются их типы, названия пространств имен, кодировка, версия XML, и, по сравнению с JSON, в XML большее количество значимых символов (различных скобок, кавычек и других).

4. Анализ удобства в разработке

Что ни говори, а иногда все минусы инструментов может перекрыть удобство использования этих инструментов.

В этом случае SOAP пока что является лидером. При написании клиента можно использовать готовые средства для генерации кода по WSDL (Web Services Description Language), через который программист сможет вызывать удаленные методы, даже не задумываясь о том, как происходит общение с сервером. На сегодняшний день существует множество таких средств генерации под большинство популярных языков программирования.

Таблица 1. **Технологии, реализующие протокол SOAP для популярных языков программирования**

Язык программирования	Клиент	Сервер
C#	Service Reference (Visual Studio)	WCF
PHP	Класс SoapClient	Класс SoapServer
Python	PySimpleSoap* Spyne* SUDS*	PySimpleSoap* Spyne* SUDS*
JavaScript	JavaScript Soap Client*	Soap-Server*

Если же использовать REST, вряд ли получится также быстро сгенерировать клиентскую часть, потому что не существует хорошо внедренной во все

языки программирования реализации стандарта описания веб-сервиса такого, как WSDL.

Но эту проблему решает Swagger. Он позволяет сгенерировать не только клиентскую библиотеку, но и даже существуют шаблоны для генерации, которые можно настроить под конкретный проект, или же можно написать свой шаблон.

На предмет наличия готовых классов для разработки можно рассмотреть популярные языки программирования (см. таблицу). Некоторые из них не имеют встроенных средств для использования протокола SOAP (Python, JavaScript), но обычно существуют реализации сторонних разработчиков (помечены * в таблице), которые можно подключить и использовать их на стороне клиента или сервера.

Но также не все зависит от языка программирования. Если язык предоставляет удобные инструменты, то написание кода все равно может превратиться в муторную работу, если не использовать шаблоны проектов, которые предоставляют различные среды программирования.

Например, Visual Studio позволяет удобно интегрировать веб-сервис, добавив на него ссылку через пункт меню “Add Service Reference”, после чего можно будет спокойно вызывать удаленные методы (по принципу RPC).

Легко и просто с помощью Visual Studio можно создать и SOAP-сервис, выбрав шаблон WCF Service при создании проекта. Все, что останется сделать – это написать необходимую логику.

Создание серверного REST приложения с использованием Visual Studio не отличается сложностью: также необходимо просто создать проект Web API и написать код.

Теперь можно перейти к рассмотрению Swagger’a. Спецификация Swagger’a является аналогом описания интерфейса веб-сервиса WSDL для SOAP. Swagger предоставляет множество шаблонов для генерации на различных языках программирования и платформах: java script, c#, asp.net 5, java, android, php, python, swift и другие.

Генерация клиентской библиотеки на Swagger’e является чуть более сложным процессом в связи с тем, что необходимо разобраться с параметрами генерации (задать имя проекта, версию, пространства имен и другие параметры специфические для каждого языка или платформы). Но, тем не менее, Swagger представляет более мощный инструмент, и, если с ним разобраться, то можно использовать все его возможности в полной мере.

Пример реализации клиента с использованием библиотеки, сгенерированной с помощью Swagger:

```
var animalApi = new AnimalsApi();
var animal = animalApi.GetFavoriteAnimal("cat");
Console.WriteLine("Name: {0}", animal.Name);
```

5. Заключение

В итоге были проанализированы две реализации распределенных систем: SOAP и REST + Swagger с точки зрения передаваемых сообщений и с точки зрения удобства использования.

Основываясь на проведенном анализе можно сделать следующие выводы:

1) SOAP использовать легче на клиентской части.
2) С развитыми инструментами языков и сред программирования нет существенной разницы в быстроте, удобстве и легкости создания серверной части.
3) REST является более быстрым в плане передачи данных и меньше нагружает сервер.
4) По мере развития Swagger'а пара REST+Swagger становится более оптимальным выбором, так как сочетаются все преимущества REST и мощный функционал Swagger'а.

Работа выполнена в рамках гранта ГЗ/ТВГ-14(01.10).

Список литературы

1. *Сара Морган, Билл Райан, Шеннон Хорн, Марк Бломсма.* Разработка распределенных приложений на платформе Microsoft .Net Framework, 2008.
2. *Феоктистов А.* REST vs SOAP. Часть 1. Почувствуйте разницу: URL: https://habrahabr.ru/post/131343/ (дата обращения: 20.03.2016).
3. Swagger: URL: https://github.com/swagger-api (дата обращения: 20.03.2016).
4. *Flanders* J. Service Station - More On REST: URL: https://msdn.microsoft.com/en-us/magazine/dd942839.aspx#id0070002 (дата обращения: 20.03.2016).
5. *Мациевский Н.* JSON и XML. Что лучше?: URL: https://habrahabr.ru/post/31225/ (дата обращения: 20.03.2016).
6. *Rodriguez A.* RESTful Web services: The basics: URL: http://www.ibm.com/developerworks/library/ws-restful/ (дата обращения: 20.03.2016).

Федоров Н.В., магистрант, e-mail: nikitafed9292@gmail.com

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Экспертная система оценки дорожно-транспортных ситуаций

Аннотация: В работе представлена экспертная система оценки дорожно-транспортных ситуаций, основанная на сочетании прецедентного подхода и продукционных правил. Описанный подход позволяет применять решения, основываясь на предыдущем опыте, а также следить за выполнением правил дорожного движения. Рассмотрены информационные структуры для хранения правил, а также основной алгоритм поиска.

Ключевые слова: экспертная система, логический вывод, прецеденты, продукционные правила, дорожно-транспортные ситуации.

Введение

В условиях современной урбанизации и городских агломераций остро встает вопрос о возрастающем количестве автомобилей и загруженности дорог не только в мегаполисах, но и в сравнительно небольших городах. Исходя из этих проблем, можно сделать вывод о необходимости автоматизированного анализа дорожно-транспортных ситуаций (ДТС) и принятия соответствующего решения, исходя из правил дорожного движения.

Наиболее актуальным является вопрос автоматизации анализа ДТС во время проведения экспертизы дорожно-транспортных происшествий, в работе страховых компаний, а также обучении начинающих водителей.

Современные тенденции в области исследования экспертных систем и привлечения их к автоматизации различных процессов позволяют создать систему для автоматизированного анализа дорожно-транспортных ситуаций.

Принцип работы экспертной системы

Экспертная система оценки ДТС строится на принципе комбинированного логического вывода – сочетании прецедентного подхода [1,2] и продукционных правил вида «ЕСЛИ…, ТО…» [3]. Преимущества такого принципа заключаются в том, что он позволяет сочетать в себе поиск готовых решений с дальнейшей их адаптацией под конкретную ситуацию, а также возможность проверки соблюдения правил дорожного движения. Для реализации данного подхода к общим компонентам прецедента [4] (описание задачи, решение задачи, результат применения решения) будет добавлен еще один компонент – продукционное правило. Таким образом, система сможет не только выносить решение, но и описывать возможные последствия несоблюдения правил дорожного движения.

Для представления ситуаций и перевода графических схем, построенных в графическом редакторе, в структурированный набор данных, будет применена онтология предметной области [5], содержащая в себе всевозможные свойства субъектов дорожно-транспортных ситуаций.

Информационные структуры для хранения правил

Структурированная ситуация представляет из себя таблицы, включающие в себя описание субъектов ситуации, отношений между субъектами, процессы, протекающие в ситуации, и условия выполнения правила.

Исходя из этого, рассматривая правила дорожного движения, как отдельные ситуации, правило можно представить следующим образом:

$$situation = < S,R,P,C >$$

где S – множество субъектов правила, R – множество отношений между субъектами, P – множество процессов правила, C – множество условий правила.

В свою очередь необходимо описать представленные множества:

$$subject = < N,C,T[,P_1[,...[,P_n]]] >$$

где N – имя субъекта, C – класс субъекта, T – тип субъекта, $P_1 \ldots P_n$ – необязательные свойства субъекта.

$$relation = < S_1, S_2, T, P >$$

где S_1, S_2 – субъекты, между которыми описывается отношение, T – тип отношения, P – свойство отношения.

$$process = < S, A, Y, D, T >$$

где S – субъект, совершающий действие, A – совершаемое действие, Y – тип действия, D – описание действия, T – цель действия.

$$condition = < P, F, V >$$

где P – параметр условия, F – логическая функция, V – ожидаемое значение.

В таком виде правило будет представлено в базе знаний экспертной системы.

Алгоритм поиска правила в ситуации

В данном разделе представлен псевдокод для поиска правила в ситуации. Суть данного алгоритма в том, что в ситуации, поступившей для анализа (далее ситуации), производится поиск ситуаций-правил (далее правил). Каждое правило имеет главный субъект, относительно которого производится анализ. В алгоритме данный субъект фигурирует, как субъект с именем «авто1». Сначала в ситуации производится поиск субъектов, обладающих таким же классом и типом, что и субъект «авто1». После этого проводится поиск пар {субъект ситуации, субъект правила}. При этом, если количество пар не совпадает с количеством субъектов в правиле, необходимо прервать цикл и перейти к следующему субъекту ситуации. Далее в ситуации производится поиск процессов из правила. Если процессы найдены, необходимо проверить условия выполнения правила и записать результат.

Входные данные: *situationToAnalyse* – ситуация, в которой будет производиться поиск правила;

ruleParts – множество правил из базы правил.

Выходные данные: *result* – текст оценки.

Алгоритм:

1. $\forall\ rulePart \in$ ruleParts

   $ruleSubject = rulePart.Subjects[i] : rulePart.Subjects[i].Name =$ "авто1"

1.1.

1.2. $\forall\ subjectToAnalyse \in situationToAnalyse.Subjects$

   ЕСЛИ $subjectToAnalyse$.Тип $\neq$ $ruleSubject$.Тип ИЛИ $subjectToAnalyse$.Класс $\neq$ $ruleSubject$.Класс,

   ТО прервать выполнение

1.2.1.

1.2.2. Найти пары субъектов // для дальнейшего поиска необходимо сопоставить субъекты правила и ситуации, то есть для каждого субъекта из правила должен быть найден соответствующий субъект из ситуации

1.2.3. $\forall\ ruleProcess \in rulePart.Processes$

$fitProcesses = \{ process \} \in situationToAnalyse.Processes :$

1.2.3.1. $process = ruleProcess, process.Subject = subjectToAnalyse$

1.2.3.2. $\forall processToAnalyse \in fitProcesses$

1.2.3.2.1. Проверить условия выполнения правила

1.2.3.2.2. Записать результат в *result*

2. Вернуть *result*

Представленный алгоритм отражает суть процесса поиска правила в ситуации.

Структура разрабатываемой экспертной системы

В общем виде структурная схема экспертной системы оценки ДТС, реализующей описанный подход представлена на рисунке.

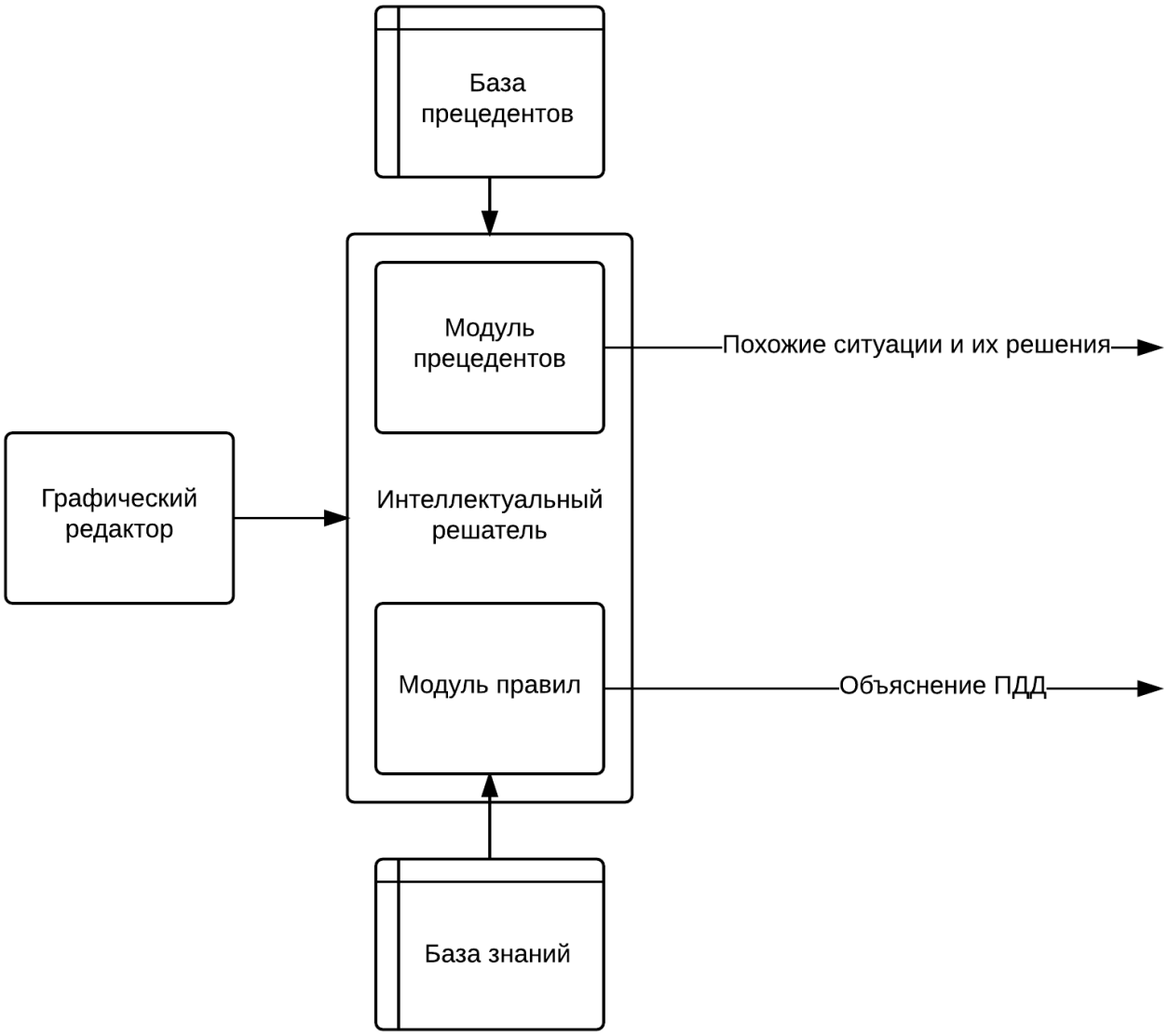


Рис. 1. Структура экспертной системы

Опишем представленные на рисунке блоки. На схеме представлен блок «Графический редактор» - это веб-приложение, предоставляющее пользователю возможность для создания схемы ДТС.

Сам интеллектуальный решатель состоит из двух отдельных модулей:

– модуль прецедентов отвечает за анализ ДТС, опираясь на базу прецедентов, – хранилище различных ситуаций и их решений. Данный модуль отвечает за поиск максимально приближенной ситуации к поступившей на вход ДТС. Результатом работы данного модуля является описание найденной похожей ситуации и представление ее решения.

модуль правил отвечает за анализ ДТС, опираясь на базу знаний, – множество правил дорожного движения. База знаний включает в себя продукционные правила, на основе которых данный модуль принимает решения. Результатом работы данного модуля является описание затронутых во входной ситуации правил дорожного движения, а также выводы о соблюдении или не соблюдении данных правил.

Заключение

В работе представлена экспертная система оценки дорожно-транспортных ситуаций, основанная на двух принципах логического вывода: продукционных правилах и прецедентом подходе. Данная система находится в стадии разработки и тестирования. Тестирование модуля правил, работающего по представленному алгоритму, дает первые результаты, на основе чего можно говорить об успешном течении работы над реализацией системы.

Список литературы

1. *Варшавский П.Р., Еремеев А.П.* Реализация методов поиска решения на основе аналогий и прецедентов в системах поддержки принятия решений // Вестник МЭИ, № 2, 2006. -С.77-87
2. *Г.А. Кочкин, В.Р. Кочкина, И.А. Голубкин.* Проблемы рассуждений по прецедентам, детализации, интеграции и оценки схожести прецедентов, Инженерный вестник Дона, № 4, 2013 г.
3. *Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф.* Базы знаний интеллектуальных систем – СПб.: Питер, 2000. - 384 с.
4. *П. Р. Варшавский, А. П. Еремеев* Моделирование рассуждений на основе прецедентов в интеллектуальных системах поддержки принятия решений // Искусственный интеллект и принятие решений, № 1, 2009. –С. 45-57
5. *Лапшин В. А.* Онтологии в компьютерных системах. — М.: Научный мир, 2010. – 224 с.

Nemcov[1] *V.M.*, Master Student
Gruzdev[2] *D.V.*, senior programmer

[1]Kalashnikov Izhevsk State Technical University
2Physical-Technical Institute Ural Branch of RAS

The program system for measurement protocol generation in shallow electroprospection [*]

Abstract: The program system for measurement protocol generation of resistivity survey is proposed. The system is designed to optimize the conducted measurements and to form the geophysical data about the medium conductivity.

Keywords: resistivity survey, measurement automation, design of experiment.

Introduction. In this paper, the first element of the information-measuring system of planning and automation of measurement in resistivity survey [1] - the generation of the measurement protocol of a natural experiment is considered in detail. The generation of measurement protocol means creating a sequence of sets of the grid electrodes' numbers with measuring the soil resistance should between them. The preparation of the protocol by hand is a very time consuming process. In addition, the automation of this process allows you to avoid errors while conducting natural experiment measurements.

As a result, the subsystem should generate maximal sequences of unique sets of electrodes numbers for each grid shift. The equal sets must be combined. The order of the measuring sequences should be showed. All of this should be recorded in the protocol. Subsequently, measurements will be performed along the generated protocol, and the obtained data will be used in coordination with the protocol for data aggregation and sections forming.

Measurement protocol generation. The mathematical problem can be formulated as follows: integer coordinate plane, limited by several partially overlapping rectangles (grid of electrodes has the shape of a rectangle with the size of 13x7), should be covered by partially overlapping figures with 2, 3 or 4 points (form of the measuring unit) with certain intervals between them [2]. Besides, we must not get into one position more than once and must work alternately with each rectangle in the plane.

Algorithm of the measurement protocol generation consists of the following steps:

read the configuration of electrode grid from the *field.txt* file and store it in a two-dimensional integer array while determining and keeping the width and height of the grid (*Table 1*);

[*] The study was financially supported by RFBR as a part of the research project № 15-06-04239a.

Table 1. **Input data for the protocol generation**

Field.txt:	Plant.txt:	Shifts.txt:
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91	0 3 2 1 2 5 4 3	5 2 1 3 2 4

1) read the configuration of the measuring unit as coordinates of electrodes from the graphical interface and record it as an array of the pairs of integers to the *plant.txt* file;

2) read the sizes of overlaps and the configuration of the grid shifts from the graphical interface (*Fig. 1*) and store it respectively in the two variables and two-dimensional integer array lying in the *shifts.txt* file, find and save the maximum shift number;

3) create a two-dimensional logical array to determine the covered positions on the total plane of the measurement fields, a three-dimensional integer array to store the measurement protocol;

4) find the coordinates of the current shift number in the grid shifts array and save it (*Fig. 1*);

5) find the current grid position on the total field plane by multiplying the grid coordinate in the shifts array by the difference between the corresponding size of the grid and the horizontal or vertical overlap size, respectively;

6) analyze the current position in two nested loops from zero to the height and width of the grid with iterations based on the intervals of the measurement unit specified in the interface overlay. If this position was not processed in the array of total plane passed positions, then try to apply the measuring unit to that position on the grid. And if all electrodes landed on the grid, then add to the conducted measurements protocol array the resulting set of grid electrode numbers;

7) form the output file name for each number of the grid shift: if the previous sequence of electrode sets in the measurement protocol array is equal to the current one, then add its number to the name of the output file. Otherwise output it to a file or divide the sequence of electrode sets into several parts given the specified limit and output them to a several files with a corresponding numbers in their names and form a new filename for a later output (*Table 2*).

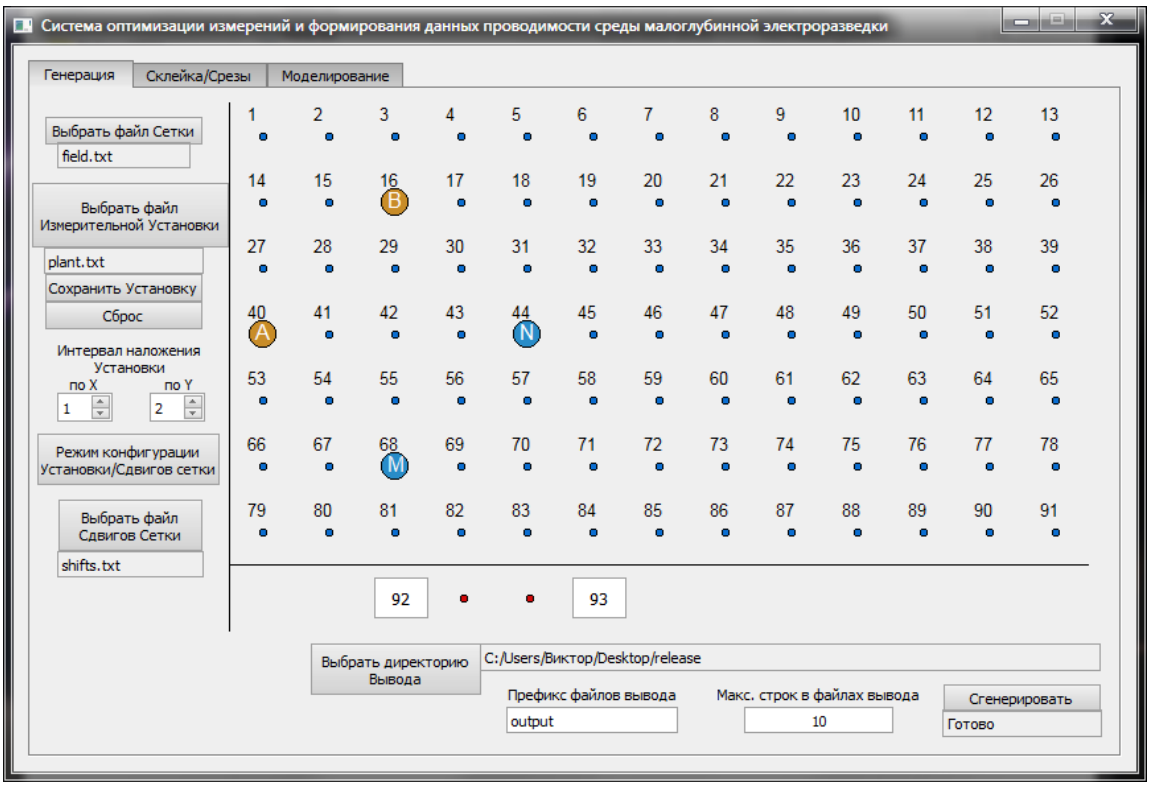


Fig. 1. The interface of the measuring unit configuration

Table 2. **The results of the protocol generation**

output1+2_1.txt:	output1+2_2.txt:	output3+4_1.txt:	output3+4_2.txt:
27 3 55 31	54 30 82 58	28 4 56 32	56 32 84 60
28 4 56 32	55 31 83 59	29 5 57 33	57 33 85 61
29 5 57 33	56 32 84 60	30 6 58 34	58 34 86 62
30 6 58 34	57 33 85 61	31 7 59 35	59 35 87 63
31 7 59 35	58 34 86 62	32 8 60 36	60 36 88 64
32 8 60 36	59 35 87 63	33 9 61 37	61 37 89 65
33 9 61 37	60 36 88 64	34 10 62 38	
34 10 62 38	61 37 89 65	35 11 63 39	
35 11 63 39		54 30 82 58	
53 29 81 57		55 31 83 59	

Data arrays aggregation. The next step of the measurement protocol generation of natural experiment is the aggregation of the conducted measurements data arrays. Aggregation of data arrays represents the matching of multiple input protocols of measurements with the corresponding measurement data. In addition, it calculates the distance between the electrodes and generates the total grid configuration file taking into account all shifts. The sets of electrodes with the resistance data and the distances between them are stored into a single overall file. Also the calculation of the resistivity between the electrodes using the already calculated distance between them is possible [3]. As a result, the system generates a file that contains pairs of electrode numbers on the total grid out of all input protocol files, resistance data and the distances between them, as well as the total grid configuration file for the further processing of the obtained data.

XX.alg files contain measurement protocols in the form of a variety of rows, consisting of sets of electrode numbers - from 2 to 4 numbers separated by a space (*Table 3*). *XX_YY.dat* files contain data of conducted measurements in the form of real numbers, one per line, each refers to a corresponding set of electrode numbers from the protocol file.

Table 3. **Initial data for the data arrays aggregation**

01.alg:	01_01.dat:	02.alg:	02_02.dat:	data.map:
1 2	7.47	1 2	7.54	1 2
1 3	2.80	1 3	2.90	
1 4	1.45	1 4	1.48	
1 14	9.01	1 14	7.74	
1 15	4.74	1 15	4.75	
1 16	2.32	1 16	2.48	
1 17	1.29	1 17	1.33	
1 27	2.93	1 27	2.80	
1 28	2.43	1 28	2.45	
1 29	1.65	1 29	1.66	
1 30	1.06	1 30	1.03	
1 40	1.51	1 40	1.34	
1 41	1.38	1 41	1.23	
1 42	1.03	1 42	0.982	
1 43	0.75	1 43	0.742	
2 3	8.20	2 3	7.60	
2 4	2.95	2 4	2.86	
2 5	1.47	2 5	1.56	

The algorithm of data arrays aggregation consists of the following steps:

1) read the map of electrode grid shifts from *data.map* file and save it into a two-dimensional integer array, thus we define and store the width and height of the map;

2) calculate the electrode number on the total grid in several nested loops passing through each cell of the shifts map array and through each position on the electrode grid, and output it in the total grid file;

3) execute a loop through the rows of the protocol file in nested loops over protocol files and measurement data files to read the information about the current pair of electrodes, and store it in an array of data structures along with the numbers of protocol files. In addition, calculate the distance between the electrodes and the resistivity (if the appropriate setting in the interface is on);

4) search for shift position of the current pair on the shifts map in the loop through the array of data structures about the pair of electrodes, then calculate the electrode numbers of this pair on a total grid of electrodes and output them along with the resistance and the distance between them in the data output file.

The program runs through the graphical user interface (Fig. 2), where you can specify directories of protocols and data, the shifts map file, the width and height of

the local electrode grid, the number of the total grid first node, grid overlap sizes upon horizontal and vertical shift, the name of the output files, protocol files format.

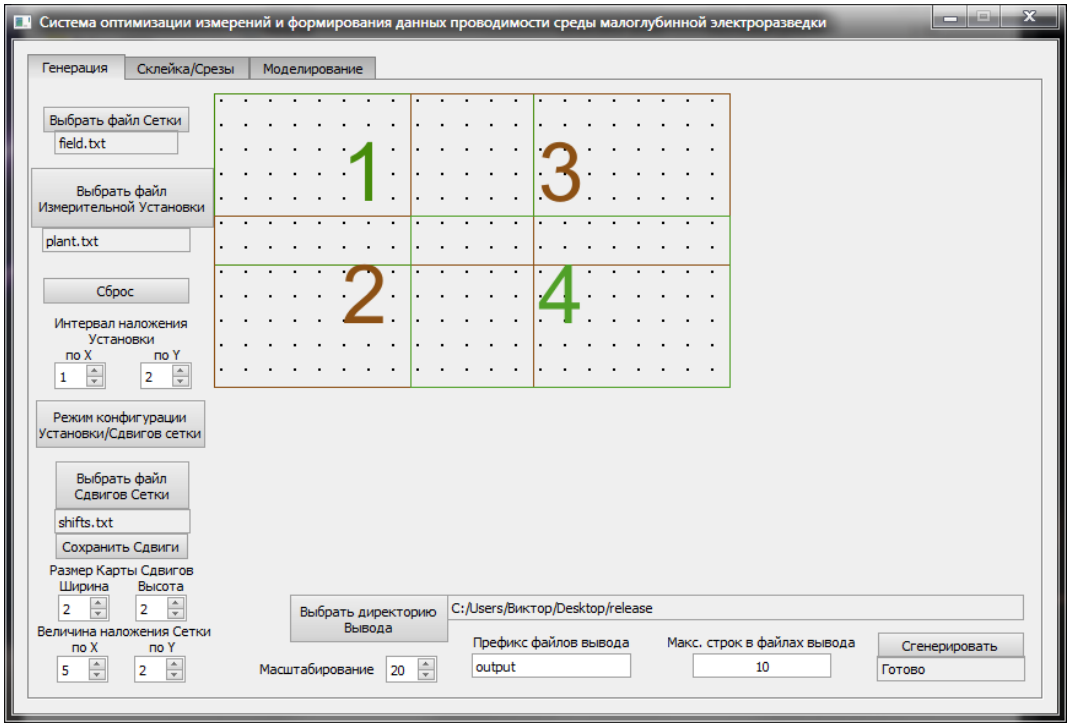


Fig. 2. The interface of shifts configuration

The result of the program is a total data file named **.rst* or **.urs* depending on the need of calculating resistivity. It comprises a variety of rows consisting of 2 electrode numbers on the total grid, the resistance and the distance between them, as well as the total grid file *data.grd* containing a map of total grid electrode numbers separated by spaces (*Table 4*).

Visualization of data sections. After the formation of a complete measurement data array the system allows to visualize the obtained results in the form of horizontal and vertical sections. To do this, the selection of data is performed on a particular plane (horizontal or vertical) of the field with the ability to supplement the data by linear interpolation and to calculate averaged data for the selected range. As a result of operation, the system generates one data array for each of the established ranges, an additional array for the average values over a range of data, performs data interpolation (if required) and the results are outputted into separate files with the specified name prefix. Then the visualization of the formed data sections can be performed using *VisualGeo*[4] software package. So after the aggregation of 6 arrays with overlapping of 6 electrodes on X-axis and 1 electrode on Y-axis, the full array of data on the overall plane of the measured field was obtained (*Fig. 3*).

Table 4. **The results of aggregating data arrays**

data.rst:				data.urs:			
1001	1002	7.470	1	1001	1002	7.470	1
1001	1003	2.800	4	1001	1003	5.600	4
1001	1004	1.450	9	1001	1004	4.350	9
1001	2001	9.010	1	1001	2001	9.010	1
1001	2002	4.740	2	1001	2002	6.703	2
1001	2003	2.320	5	1001	2003	5.188	5
1001	2004	1.290	10	1001	2004	4.079	10
1001	3001	2.930	4	1001	3001	5.860	4
1001	3002	2.430	5	1001	3002	5.434	5
1001	3003	1.650	8	1001	3003	4.667	8
1001	3004	1.060	13	1001	3004	3.822	13
1001	4001	1.510	9	1001	4001	4.530	9
1001	4002	1.380	10	1001	4002	4.364	10
1001	4003	1.030	13	1001	4003	3.714	13
1001	4004	0.750	18	1001	4004	3.182	18
1002	1003	8.200	1	1002	1003	8.200	1
1002	1004	2.950	4	1002	1004	5.900	4
1002	1005	1.470	9	1002	1005	4.410	9
1002	2001	4.670	2	1002	2001	6.604	2
1002	2002	7.150	1	1002	2002	7.150	1

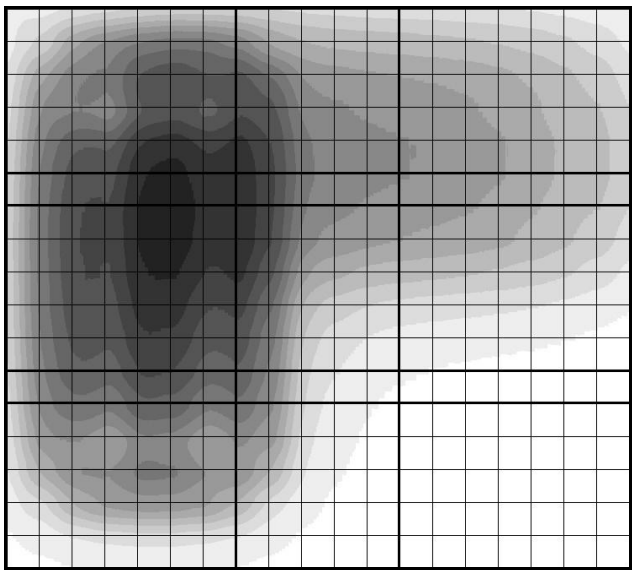


Fig.3. Visualization of resistivity array

Conclusions. The proposed protocol generation subsystem of the natural experiment measurements is an effective part of the information-measuring system of measurements planning and automation in shallow electroprospection. The automation of this process eliminates errors during natural experiment measuring.

References

1. Немцов В.М., Груздев Д.В. Программная система планирования и автоматизации измерений малоглубинной электроразведки // Информационные технологии в науке, промышленности и образовании : сб. тр. регион. науч.-техн. очно-заоч. конф. (г. Ижевск, 23 мая 2015г.) – Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С. 261-267.
2. Электроразведка: Справочник геофизика. В двух книгах / под ред. В. К. Хмелевского и В. М. Бондаренко. Книга первая.-2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1989. − 438 с.
3. Loke M. H. Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys. − 2012. − 161 p.
4. Журбин И.В., Груздев Д.В. Многоэлектродная аппаратура и программное обеспечение для малоглубинной электроразведки в археологии // Разведка и охрана недр. – 2004. – № 12. – С. 37-38.

Архипов И.О., к.т.н., доцент, e-mail: aio1024@mail.ru;
Гиниятуллин Р.Р., магистрант, e-mail: box1226@rambler.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Автокорреляционный выделитель основного тона с предварительным оцениванием частоты колебания голосовых связок

Аннотация: В статье предлагается алгоритм выделения основного тона речевого сигнала на основе автокорреляционного метода с предварительным оцениванием значения основного тона по автокорреляционной функции спектра. Описываются возможности предобработки и постобработки сигнала, позволяющие существенно улучшить качество выделения основного тона в условиях аддитивного шума с соотношением сигнал\шум от 30 до -5 дБ и телефонного канала передачи сигнала. Приводится методика тестирования и её результаты, для описанного алгоритма. Делается вывод о достаточной точности и устойчивости алгоритма в условиях описанных выше видов помех.

Ключевые слова: основной тон, речевой сигнал, автокорреляция, автокорреляционная функция спектра, тональный участок речи

Введение

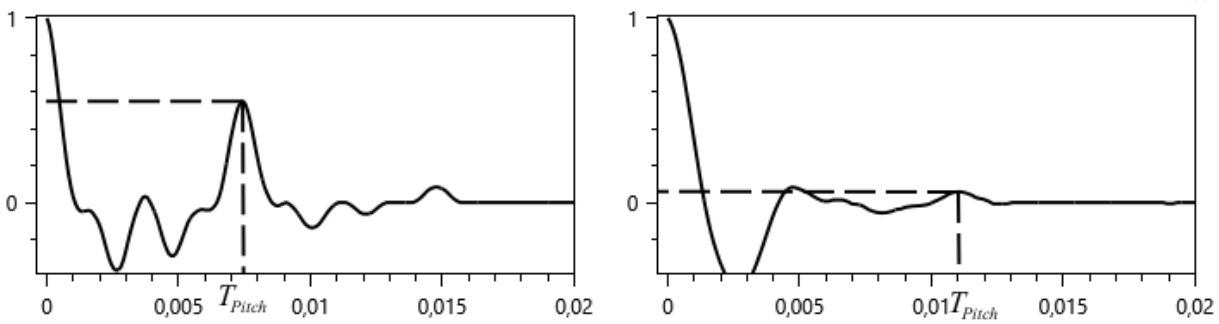
На сегодняшний день, выделение характеристик речевого сигнала является важной задачей. В большинстве случаев, её решение не является тривиальным и зависит от конкретных условий применения [1, 2]. В зависимости от канала передачи речевого сигнала и его качества, результаты работы многих известных алгоритмов могут сильно деградировать.

Свою роль в сложность задачи вносит так же и сама природа речевого сигнала. В большинстве современных языков мира присутствуют одновременно и тональные и не тональные звуки. То есть, звуки, которые образованы с участием колебаний голосовых связок, либо без них. К не тональным звукам

относятся в основном звуки со спектральной характеристикой более похожей на шум (шипящие звуки) или щелчок (взрывные звуки). Тональные звуки наоборот, имеют сложную гармоническую структуру и переносят большой объем индивидуальной информации о дикторе [3].

Среди всех характеристик речевого сигнала на тональном участке особо можно выделить **основной тон** (ОТ) — или собственную частоту колебаний голосовых связок человека [3]. ОТ переносит информацию о личности человека, его дикции, и эмоциональном состоянии. Однако, выделение этой характеристики довольно сложная задача и какого-то общего решения, не требующего компромисса между производительностью, эффективностью и устойчивостью, на текущий момент нет, хотя их и существует большое количество [4, 5].

Одним из простых и относительно надежных (особенно в шумах) методов является **автокорреляционный** метод, основанный на оценивании главного максимума автокорреляционной функции сигнала (АКФ) [4]. Позиция данного максимума в АКФ указывает на величину периода ОТ. Для того чтобы вычислить значение ОТ, исходный сигнал разбивается на интервалы анализа, в каждом из которых рассчитывается АКФ. Исходя из этого, поиск значения периода ОТ в АКФ можно представить согласно рис. 1а, где, T_{Pitch} – период основного тона, в качестве горизонтальной оси выступает время, а вертикальной – амплитуда АКФ.



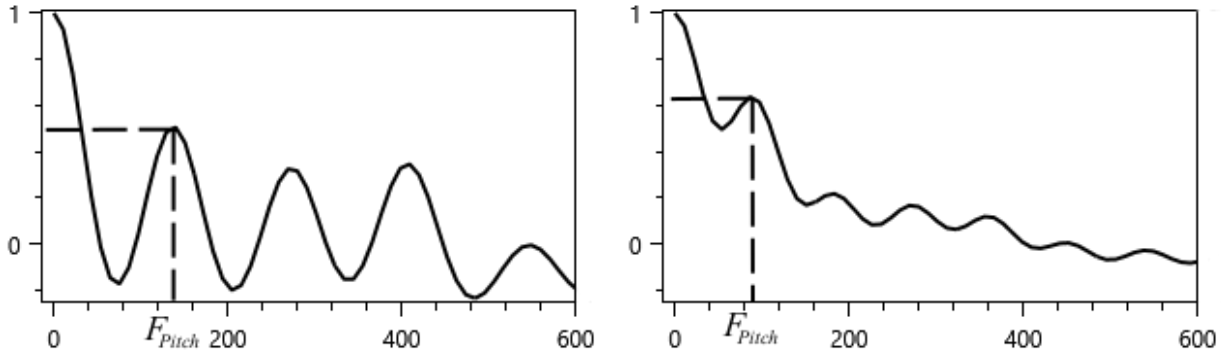
а) АКФ стационарного тонального интервала

б) АКФ в конце тонального интервала

Рис. 1. Пример АКФ речевого сигнала в различных условиях.

На рис. 1а представлена АКФ в конце тонального интервала, где видно, что максимум АКФ, соответствующий ОТ выражен слабо и может быть легко потерян, что обычно вызывает сбой на соседние максимумы АКФ с большими значениями энергии [4]. Что приводит к сбоям на высшие гармоники ОТ или на половинные значения ОТ.

Другим возможным методом получения оценки ОТ сигнала является поиск первого максимума в автокорреляционной функции спектра (АКФС) [6]. При вычислении значения ОТ, сигнал так же делят на интервалы анализа, вычисляют их спектр и для каждого спектра рассчитывают автокорреляционную



а) АКФС стационарного тонального интервала

б) АКФС в конце тонального интервала

Рис. 2. Пример АКФС речевого сигнала в различных условиях.

функцию. В этом случае значение частоты основного тона в АКФС может быть представлено в соответствии с Рис. 2, где, F_{Pitch} – частота основного тона, вертикальная ось представляет собой амплитуду АКФС, а горизонтальная ось – частоту.

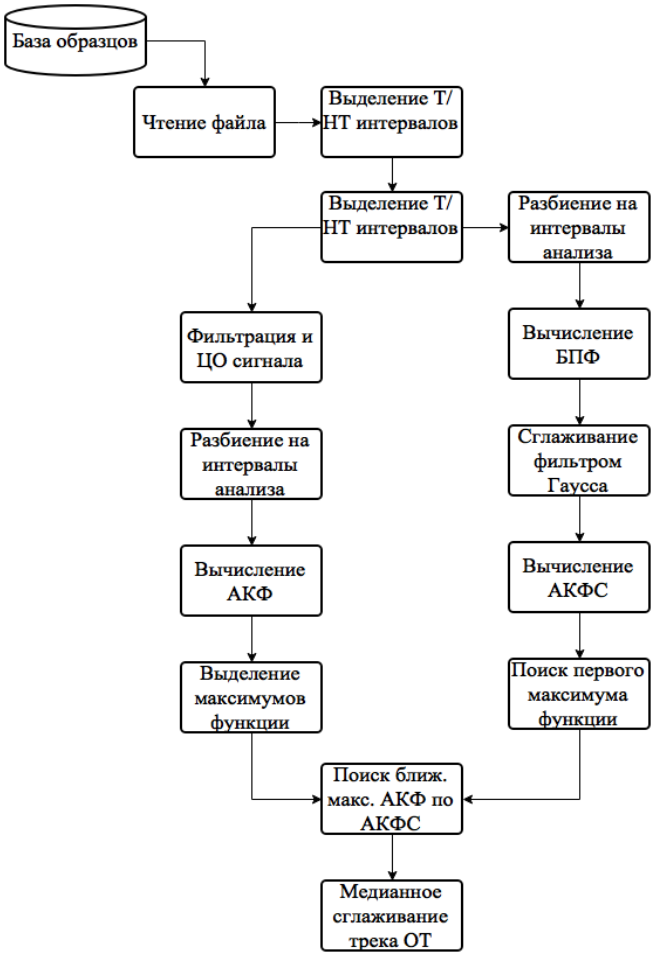


Рис. 3. Схема работы алгоритма

Структура графика АКФС проще структуры АКФ, что упрощает алгоритм поиска главного максимума, описывающего ОТ [6]. Но, вследствие не высокой точности и значительной вычислительной сложности, этот метод не так популярен.

Описание алгоритма

В работе [6] успешно выполнена попытка предварительного оценивания частоты колебаний голосовых связок ПО АКФС для повышения надежности выделения ОТ по методу GS [7]

В данной работе с АКФС совмещается работа автокорреляционного метода выделения ОТ. Предварительно, необходимо выделить участки тонального сигнала (принятие решения Т/НТ). Это позволит сократить объём вычислений и существенно повысит надёжность полученных оценок ОТ. Принятие решения Т/НТ выполняется на основе обобщённого признака [8], рассчитанного с помощью энергии сигнала и нормированного коэффициента корреляции с единичной задержкой [8].

Для повышения надежности оценивания основного тона, перед вычислением АКФ следует отфильтровать сигнал полосовым фильтром с частотами среза 60 и 600 Гц и произвести центральное ограничение (ЦО) сигнала на уровне 30% от максимальной амплитуды на данном интервале анализа.

При расчёте АКФС применяется сглаживание спектра фильтром Гаусса. Длина импульсной характеристики фильтра размытия при этом выбирается в диапазоне 50 – 60Гц.

По АКФС определяется предварительная оценка частоты ОТ (как показано на рис. 2а), указывающая на область АКФ, в которой следует проводить поиск главного максимума. Найденный максимум АКФ (рис. 1а) дает значение ОТ на текущем интервале анализа.

Полученная в итоге траектория ОТ обрабатывается медианным фильтром [4]. В общем случае, схема работы алгоритма представлена на Рис. 3.

Пример результата работы алгоритма представлен, на Рис. 4.

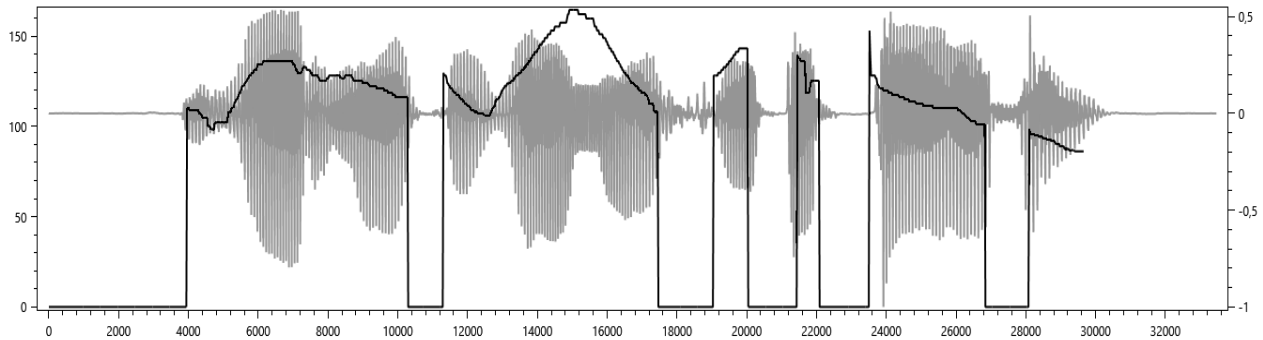


Рис. 4. Фраза «Жирные сазаны ушли под палубу». Траектория основного тона

Здесь, чёрным цветом обозначена траектория основного тона, серым – траектория речевого сигнала. Горизонтальная ось соответствует отсчетам сигнала, вертикальная ось – частотам ОТ.

Оценка характеристик алгоритма

Для оценки надёжности работы алгоритма проведён эксперимент, в котором осуществлена попытка выделения траектории ОТ для различных записей речевых сигналов. Все записи были осуществлены с помощью одного микрофона, с частотой дискретизации 10 кГц. В тестовой выборке присутствовали как дикторы женщины, так и дикторы мужчины. В эксперименте использовались фразы: «Жирные сазаны ушли под палубу», «Мама мыла Маню», «Саша кусал сало», «На ухабе». Также, в эксперименте симулировались различные условия искажения сигнала при его передаче (по телефонному каналу и каналу с высоким уровнем шума).

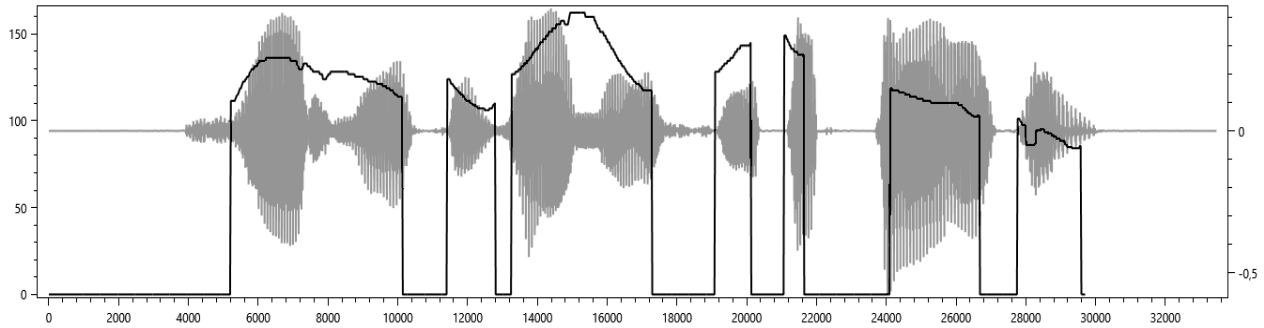


Рис. 5. Фраза «Жирные сазаны ушли под палубу».
Результат работы алгоритма в условиях телефонного канала

Для имитации телефонного канала был использован полосовой фильтр с частотами среза 300 Гц и 3400 Гц. Особенностью прохождения речевого сигнала по телефонному каналу является потеря полосы частот, соответствующей гармонике ОТ. Пример результата работы алгоритма представлен на Рис. 5.

В качестве имитации зашумлённого канала, на исходный сигнал накладывается аддитивный шум. Для каждого сигнала имитировалась передача в канале с отношением сигнал/шум (ОСШ) 30 дБ, 20 дБ, 10 дБ, 0 дБ, -5 дБ. Особенность работы алгоритма заключается в том, что при высоком уровне наложения шума, корреляция между отсчётами сигнала пропадает, что негативно влияет на оценки полученные АКФ и АКФС. На рисунке 6 представлен результат работы алгоритма при ОСШ 0 дБ.

Каждый контур ОТ, выделенный автоматически предлагаемым алгоритмом сравнивался с эталонным контуром ОТ, построенном вручную по осциллограммам речевого сигнала.

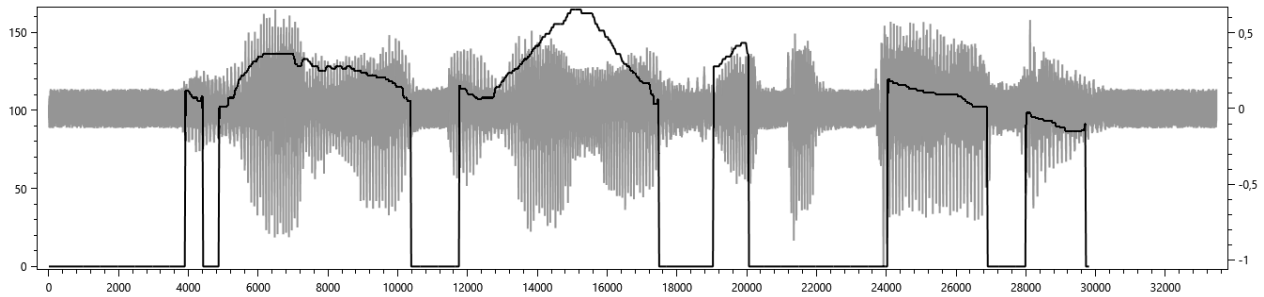


Рис. 6. Фраза «Жирные сазаны ушли под палубу».
Результат работы алгоритма в условиях сильно зашумлённого сигнала

Как показано в работе [9], условно можно выделить несколько типов ошибок вычисления ОТ. Отклонения частоты ОТ менее 5% от эталонного значения не воспринимаются на слух и они далее не учитываются. Вторая группа «Малые ошибки» – это отклонения от эталона на величину в диапазоне от 5% до 15%. Последняя группа «Большие ошибки» – это отклонения на величины превышающие эталонное значение более чем на 15%. Большие ошибки повышают вероятность сбоя на вторую гармонику ОТ или на половинное значение ОТ. Помимо этого необходимо учитывать ошибки принятия решения ТОН / НЕ ТОН.

В работе [9] предложен интегральный критерий, позволяющий оценить точность и устойчивость работы всего алгоритма выделения ОТ по совокупности разных ошибок. В данной работе используется похожий критерий:

$$\delta = \sqrt{\left(\frac{\delta_Б + \delta_M}{2}\right)^2 + \delta_{T/HT}{}^2}, \quad (1)$$

где, $\delta_Б$ – доля интервалов анализа с большими ошибками, δ_M – доля интервалов анализа с малыми ошибками, $\delta_{T/HT}$ – доля интервалов анализа с ошибочным пропуском тонального интервала либо ошибочным выделением не тонального.

Помимо этого, предложены количественные характеристики, выводящиеся из обобщённого критерия. Они позволяют оценить эффективность выделения тональных интервалов речи и выделения контура основного тона относительно друг – друга.

$$\delta_{OT} = \frac{\delta_Б + \delta_M}{2\delta}, \quad (2)$$

где, δ_{OT} – отношение количества ошибок выделения основного тона относительно выделения тональных интервалов речи.

$$\delta_{THT} = \frac{\delta_{T/HT}}{\delta}, \quad (3)$$

где, δ_{THT} – отношение количества ошибок выделения тональных интервалов, относительно ошибок основного тона.

На основе анализа полученных данных, с помощью критерия (1), были рассчитаны показатели, характеризующие вклад выделителя ОТ и выделителя тональных интервалов в суммарную оценку разработанного алгоритма. Результат этого сравнения представлен в таблице.

Данные в таблице показывают существенное количество малых ошибок выделения ОТ, что связано с интегральной природой автокорреляционного метода выделения ОТ и приводит к сильному усреднению частоты ОТ, особенно на переходных участках речевого сигнала. Однако стоит отметить очень малое количество больших ошибок даже в условиях сильной зашумленности канала передачи речи. Это объясняется способностью автокорреляционной функции к выявлению скрытых периодичностей в сигнале. В телефонном канале, из-за по-

тери диапазона частот основной гармоники наблюдается закономерный рост количества больших ошибок.

Таблица. **Оценка эффективности алгоритма выделения ОТ**

Условия	**% больших ошибок**	**% малых ошибок**	$\delta_{ОТ}$	$\delta_{ТНТ}$	δ
Без искажений	2,36	16,05	0,678	0,736	13. 6
Телефонный канал	16,10	12,24	0,559	0,829	25.4
Аддитивный шум -5дБ	8,31	16,49	0,427	0,904	29,1
Аддитивный шум 0дБ	7,61	14,13	0,439	0,899	24,8
Аддитивный шум 10дБ	4,80	15,54	0,488	0,873	20,8
Аддитивный шум 20дБ	3,64	16,32	0,551	0,834	18,1
Аддитивный шум 30дБ	2,93	16,07	0,639	0,770	14,9

Выводы

В результате комбинирования двух алгоритмов выделения ОТ речевого сигнала, удалось добиться повышения стабильности выделения траектории ОТ в речевом сигнале. Полученный метод позволяет надёжно оценивать частоту ОТ в условиях сильной зашумлённости сигнала и в условиях подавления части спектра сигнала при передаче по каналу связи.

Как показало сравнение оценок различных компонентов алгоритма предлагаемый алгоритм обладает довольно большой устойчивостью к различного рода помехам и искажениям сигнала и позволяет выявлять частоту основного тона даже в очень сложных условиях.

К недостаткам изложенного подхода можно отнести высокую вычислительную сложность.

Список литературы

1. *Кодзасов С. В., Кривнова О. Ф.* Общая фонетика.: М.: Издательский центр РГГУ, 2001. – 592 с.
2. *Фант Г.* Акустическая теория речеобразования: Пер. с англ. / Под общ. ред. С. В. Григорьева – М.: Наука, 1964. – 304 с.
3. *Гитлин В.Б.* Основной тон речевого сигнала/Деп. В ВИНИТИ, 1998. -№ 1206-В98. -739 с.
4. *Рабинер Л.Р., Шафер Р.В.* Цифровая обработки речевых сигналов: Пер. с англ. / Под ред. М.В. Назарова. – М.: «Радио и связь», 1981. – 496 с.
5. *Архипов И.О.* Разработка критериев и алгоритмов сегментации речевого сигнала на участки «ТОН/НЕ ТОН» для метода выделения основного тона в информационно-измерительных системах речевой технологии: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук (05.11.16) / Архипов Игорь Олегович;

Ижевский гос. тех. ун-т. – Ижевск, 2000. – 20с.
6. *Гитлин В.Б., Лузин Д.А.* Совместный алгоритм выделения основного тона речи по методам GS и автокорреляционной функции спектра // Речевые технологии. 2008. №3. С.39.
7. *Архипов И.О., Веркиенко Ю.В., Гитлин В.Б., Казаков В.С*. Способ выделения основного тона // Патент России RU 2174714. 2001.
8. *Архипов И.О., Гитлин В.Б., Лузин Д.А.* Синхронный с основным тоном двухпроходной алгоритм принятия решения ТОН-НЕ ТОН // Вестник ИжГТУ им М.Т. Калашникова – Ижевск: Изд-во ФБГОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». – 2008. – №4 – С. 150-153.
9. *Архипов И.О., Гитлин В.Б.* Программа оценки точности выделения основного тона речевого сигнала // Приволжский научный вестник. 2014. №12-1(40). – С. 22-24.

Максимов[1] *А.Н.,* бакалавр, e-mail: mak.art.nik@mail.ru;
Еланцев[1] *М.О.*, старший преподаватель;
Архипов[1] *И.О.,* к.т.н., заведующий кафедрой;
Широков[2] *В.А.,* к.т.н., директор Центра информационных интернет технологий

[1]ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», [2]ФГБОУ ВПО «УдГУ»

Сопоставление характерных точек на последовательных кадрах в задачах аэронавигации по зрительным образам

Аннотация: Одной из задач аэронавигации является нахождение перемещения в пространстве беспилотного летательного аппарата. Целью работы является создания алгоритма, позволяющий по снимкам с камеры БПЛА находить его перемещение в пространстве. Чтобы получить перемещение сопоставлялись друг с другом два последовательных кадра, полученных с камеры БПЛА. Для этого разработан алгоритм обнаружения точек, основанный на медианной фильтрации. Для сопоставления точек на двух кадрах использованы инварианты Ху. В результате сопоставления найден вектор перемещения БПЛА в пространстве. После обработки нескольких последовательных кадров построена траектория движения БПЛА.

Ключевые слова: обработка изображений, аэронавигация, медианный фильтр, инварианты Ху, компьютерное зрение.

Под сопоставлением изображений понимается поиск общих черт нескольких изображений.

Сопоставление изображений используется при создании панорамных изображений, поиске похожих изображений, поиске объекта на изображении и т.д. Одним из методов аэронавигации является анализ изображений полученных с камеры беспилотного летательного аппарата. для коррекции курса и определения траектории движения.

При решении задачи сопоставления изображений важнейшую роль играет иерархический анализ "первичных" особенностей изображений - так называемых "характерных черт" [1]. Такие "характерные черты" могут быть использованы для сравнения текущего и эталонного изображений в большом числе методов, например, при иерархической корреляционной обработке, методах голосования, или объемных схемах сравнения. При этом в качестве особенностей изображения используются особые точки, линии, области и структуры (группы особенностей).

Основными достоинствами использования характерных точек являются простота и скорость выделения (по сравнению с особыми линиями, областями, структурами). Кроме того, на изображениях не всегда удается выделить четкие контуры или области, в то время как точечные особенности в подавляющем большинстве случаев выделить можно.

Задача аэронавигации по изображениям сводится к поиску характерных точек и фиксации их взаимного расположения. Эти процедуры выполняются на двух последовательных кадрах. Общая схема алгоритма поиска соответствующих точек состоит из несколько этапов:

- выделение точечных особенностей на изображениях;
- формирование векторов признаков точек;
- сопоставление точек в пространстве признаков;

Для начала следует увеличить контраст исходного изображения $I(x,y)$ методом линейной растяжки гистограммы в каждом канале:

$$I_c(x,y) = \frac{I(x,y) - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} \times 255,$$

где $I_{\min}$ - минимальное значение яркости изображения $I(x,y)$, $I_{\max}$ - максимальное значение яркости изображения $I(x,y)$.

Далее необходимо отфильтровать изображение $I_c(x,y)$ медианным фильтром [2] с апертурой равной трем и пяти в каждом канале, таким образом получаются изображения $I_{f3}(x,y)$ и $I_{f5}(x,y)$ соответственно

Медианная фильтрация выполняется следующим образом

$$I_f(x,y) = median(I(i,j)),$$

где $i \in \left[x - \frac{w-1}{2}; x + \frac{w-1}{2}\right]$, $j \in \left[y - \frac{w-1}{2}; y + \frac{w-1}{2}\right]$, w - апертура фильтра.

Одной из особенностей медианного фильтра является сохранение краёв.

На следующем этапе обработки вычисляется разность отфильтрованных изображений $I_{f3}(x,y)$ и $I_{f5}(x,y)$, преобразованных в оттенки серого

$$I_{dif}(x,y) = grayscale(I_{f3}(i,j)) - grayscale(I_{f5}(i,j))$$

Следующим шагом является построение гистограммы значений полученного разностного препарата $I_{dif}(x,y)$. На гистограмме выбираются два порого-



Рис. 1. Особые точки, полученные методом медианной фильтрации.

вых значения, и в качестве особых областей выбираются области, значение которых меньше меньшего порога (первый класс точек) и больше большего (второй класс точек). Эти области обозначают объекты, которые наиболее контрастируют с фоном. Чтобы исключить шумы и крупные объекты следует выполнить селекцию по площади: исключить мелкие и крупные области. Результат поиска объектов представлен на *рис. 1*. В качестве особых точек используются центры масс этих областей.

В данной работе для описания особых точек используются инварианты Ху [3]. Они инвариантны к повороту, изменению масштаба, параллельному переносу.

В окрестности каждой особой точки вычисляется вектор из семи инварианты Ху.

Инварианты двумерных функций основаны на теории алгебраических инвариантов. Для дискретного изображения моменты $(p+q)$ порядка вычисляются следующим образом:

$$m_{pq} = \sum_{\langle x,y\rangle \in \Omega} x^p y^q f(x,y),$$

где Ω - образ в декартовой системе координат (x,y), $f(x,y)$ - значение интенсивности в точке.

Далее вычисляются центральные моменты

$$\mu_{pq} = \sum_{\langle x,y\rangle \in \Omega} (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x,y),$$

которые затем нормируются

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{m_{00}^{\gamma}},$$

где

$$\gamma = \frac{p+q}{2} + 1.$$

Семь инвариантов, используемых в качестве вектора признаков точек, выглядят следующим образом:

$$I_0 = \eta_{20} + \eta_{02};$$

$$I_1 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2;$$

$$I_2 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2;$$

$$I_3 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2;$$

$$I_4 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})((\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2) + \\ + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})(3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2);$$

$$I_5 = (\eta_{20} - \eta_{02})((\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2) + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03});$$

$$I_6 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})((\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2) + \\ + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03})(3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2).$$

Одним из методов сопоставлений точек двух изображений $I_1(x, y)$ и $I_2(x, y)$ является нахождение расстояния в пространстве признаков: для каждой точки первого изображения выбирается точка на втором изображении такого же класса, модуль разности векторов признаков с которой минимален. Так как беспилотный летательный аппарат движется вперед, сопоставляемые изображения являются последовательными кадрами, поэтому следует сопоставлять точки, для которых выполняется неравенство $y_1 < y_2$.

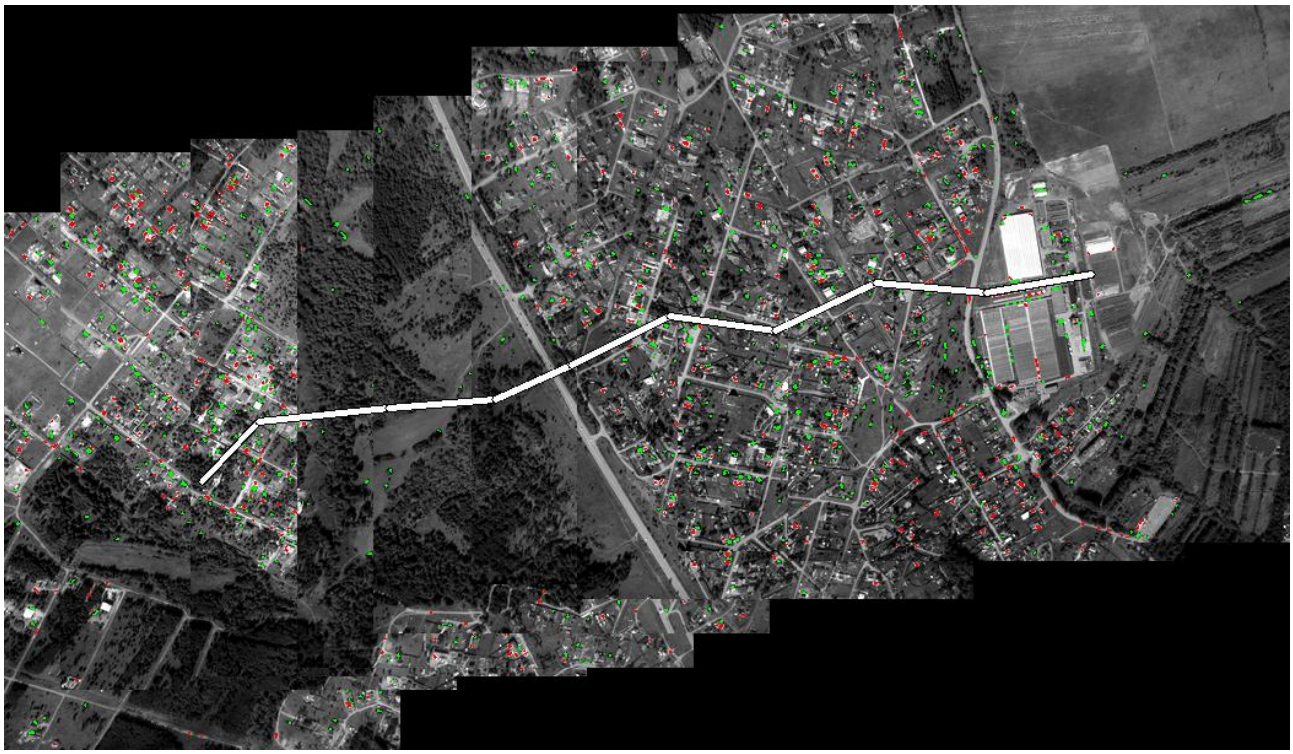


Рис. 2. Траектория движения.

Среди пар сопоставленных точек часть сопоставлена ложно. Для селекции сопоставленных пар строятся гистограмма модулей векторов перемещения

и гистограмма аргументов векторов перемещения между сопоставленными точками. Главные максимумы гистограмм позволяют из множества выбрать только те, которые сопоставлены правильно. Остальные пары считаются сопоставленными ложно и далее не учитываются. По оставшимся парам точек определяется вектор смещения кадров. На *рис.2* показана серия сопоставленных кадров, а также сплошной линией обозначена траектория движения беспилотного летательного аппарата.

В данной работе представлен алгоритм, который с достаточной точностью определяет смещение кадров. Данный алгоритм может быть использован для автоматической коррекции курса БПЛА. Недостатком является отсутствие возможности определять угол поворота снимка на виражах БПЛА. Учет поворота в дальнейшем позволит повысить точность сопоставления соседних кадров.

Список литературы

1. *Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В.* Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.
2. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. *M. K. Hu* Visual Pattern Recognition by Moment Invariants // IRE Trans. Info. Theory. 1962. vol. IT-8. pp. 179–187.

Торхов Д.И., бакалавр, e-mail: dentor41@yandex.ru;
Еланцев М.О., старший преподаватель;

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Выбор контурного детектора в задачах аэронавигации по зрительным образам

Аннотация: Проводится обзор существующих контурных детекторов с описанием основных алгоритмических идей, общей характеристикой эффективности и скорости их работы. Рассмотрены контурные детекторы Робертса, Превитта, Собела, Канни, а также контурный детектор работающий по методу наименьших квадратов. Целью обзора является выбор метода построения контуров объектов изображения местности, полученного бортовой камерой беспилотного летательного аппарата. Приведен сравнительный анализ результата работы детекторов на примере конкретного изображения местности, полученного летательным аппаратом. На основе анализа сделан вывод о наиболее предпочтительном детекторе применительно к поставленной задаче.

Ключевые слова: контурный детектор, контур изображения, обработка изображений, аэронавигация.

Одной из главных задач аэронавигации является определение текущего местонахождения летательного аппарата. Эта задача может решаться различными методами: геотехническими, радиотехническими, астрономическими. Развитие технологий машинного зрения привело к возможности использования зрительных образов в качестве альтернативы для определения географических координат летательного аппарата. Машинное зрение применяется для сопоставления текущего изображения с эталонным описанием местности (например, аэрофотоснимком) [1]. Так как попиксельное сравнение изображений – крайне затратный в вычислительном плане процесс, для сопоставления можно использовать контуры объектов. Контурный детектор должен удовлетворять следующим требованиям:

1. выделять как можно меньше ложных контуров;
2. обеспечивать минимальное количество разрывов в контурах;
3. обладать как можно меньшей вычислительной сложностью.

Существует множество контурных детекторов, которые можно условно разделить на две большие группы [2, 3]:

1. основанные на вычислении первой или второй производной;
2. использующие производную как один из этапов построения контура.

Первая производная обычно понимается как вектор-градиент, характеризующийся амплитудой и направлением. Градиент изображения $f(x, y)$ в точке (x, y) – вектор

$$\nabla f = \left[G_x, G_y\right] = \left[\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}\right].$$

Величины частных производных $\frac{\partial f}{\partial x}$ и $\frac{\partial f}{\partial y}$ вычисляются для каждой точки путем свертки локальной окрестности точки с малоразмерными масками.

Амплитуда вектора градиента равна

$$\left|\nabla f\right| = \sqrt{G_x^{\,2} + G_y^{\,2}}.$$

Амплитуда вектора градиента будет тем выше, чем больше уровень перепада яркости изображения в точке (x, y).

Угол между направлением вектора градиента в точке (x, y) и осью x равен

$$\alpha(x, y) = \operatorname{arctg}\left(\frac{G_y}{G_x}\right).$$

Вектор градиента направлен в сторону максимального изменения функции в точке (x, y).

Наиболее известны следующие градиентные методы [2, 4]:

1) перекрестный оператор Робертса

Маски оператора Робертса имеют вид

$$M_x = \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{vmatrix}, \quad M_y = \begin{vmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{vmatrix}.$$

Оператор Робертса обладает высоким быстродействием, однако не является в достаточной степени помехозащищенным, т.к. выделяет ложные контуры в большом количестве [4]. Кроме того, реализация масок размером 2×2 неудобна и приводит к сдвигу контуров относительно исходного изображения ввиду отсутствия четко выраженного центрального элемента [2].

2) оператор Превитта;

Маски оператора Превитта

$$M_x = \begin{vmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}, \quad M_y = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Оператор Превитта, в отличии от оператора Робертса, использует для свертки исходного изображения маски размером 3×3, позволяя добиться большей помехозащищенности ценой роста вычислительной сложности.

3) оператор Собела.

Маски оператора Собела

$$M_x = \begin{vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{vmatrix}, \quad M_y = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Средние весовые коэффициенты 2 в масках оператора Собела позволяют снизить влияние шума угловых коэффициентов по сравнению с оператором Превитта.

Один из широко применяемых и зарекомендовавших себя контурных детекторов из второй группы – метод Канни [5] – фактически представляет собой набор из нескольких последовательно выполняемых алгоритмов:

1. Размытие изображения фильтром Гаусса для снижения уровня шума. Обычно для этого используют маски размером 5×5 или 7×7, которые приближены к первой производной Гауссианы.
2. Вычисление градиента изображения. Часто выполняется с помощью оператора Собела.
3. Подавление немаксимумов градиента для утоньшения краев. Амплитуда градиента для каждой точки изображения устанавливается в ноль, если она не является максимальной в окрестности 3×3.
4. Применение двухпороговой фильтрации для определения потенциальных границ. На этом этапе происходит избавление от излишнего шума с помощью значений верхнего и нижнего порогов. Если амплитуда градиента в некоторой точке превышает верхний порог, то точка помечается как принадлежащая контуру. Если значение амплитуды попадает в интервал между нижним и верхним порогами, то такая точка помечается как возможно принадлежащая контуру и будет обработана на следующем этапе алгоритма. Точки с амплитудой градиента, меньшей нижнего порога помечаются как не являющиеся контурными.

5. Трассировка области неоднозначности. Все точки, которые были объявлены возможно принадлежащими контуру на предыдущем этапе относятся к границе только в том случае, если в окрестности 3×3 есть хотя бы одна контурная точка. В противном случае точка подавляется.

Метод Канни является одним из наиболее качественных контурных детекторов, однако существенно уступает другим алгоритмам в плане вычислительной сложности [2, 6].

В работе [7] предложен метод для выделения контуров изображения, основанный на аппроксимации амплитуды градиента с помощью метода наименьших квадратов (МНК). Изображение представляется в виде объемной поверхности, где на оси z откладывается яркость, т.е. все точки изображения являются вершинами этой поверхности. Для каждого пиксела (x, y) строится плоскость α, минимально уклоняющаяся от девяти пикселов в окрестности 3×3. На участках изображения с постоянной яркостью плоскость α параллельна плоскости xy. На участках с перепадами яркости плоскость α приобретает наклон относительно оси z, который тем больше, чем выше скорость изменения яркости в окрестности точки (x, y). От этой скорости зависит модуль $|\bar{n}|$ вектора нормали к плоскости α, с помощью которого можно аппроксимировать амплитуду градиента в точке (x, y).

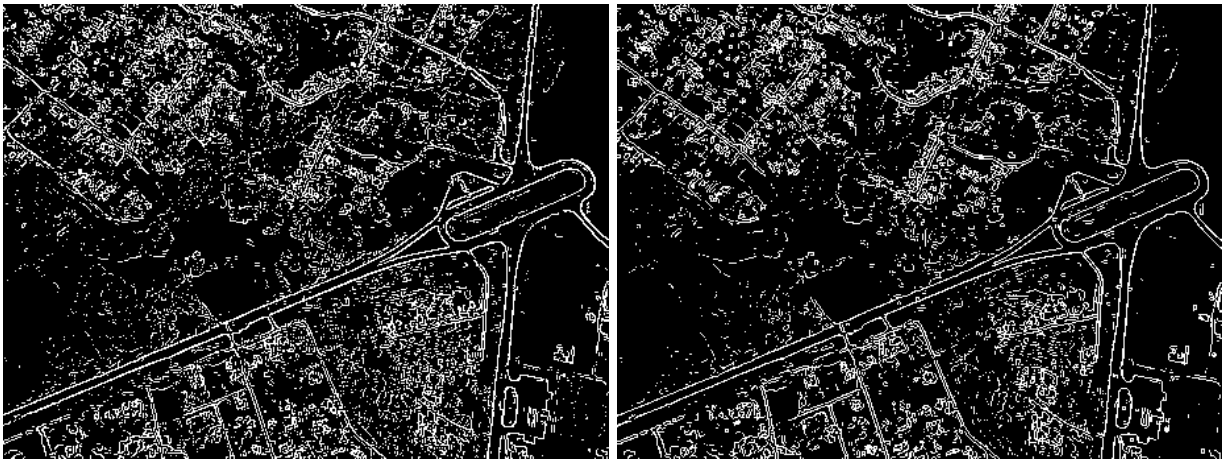
Задача аппроксимации окрестности 3×3 минимально уклоняющейся плоскостью решается с помощью МНК. В этом случае модуль нормального вектора этой плоскости имеет вид $|\bar{n}| = \sqrt{a^2 + b^2 + 1}$, и задача сводится к вычислению коэффициентов

$$a = \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{9} x_k z_k , \quad b = \frac{1}{6}\sum_{k=1}^{9} y_k z_k ,$$

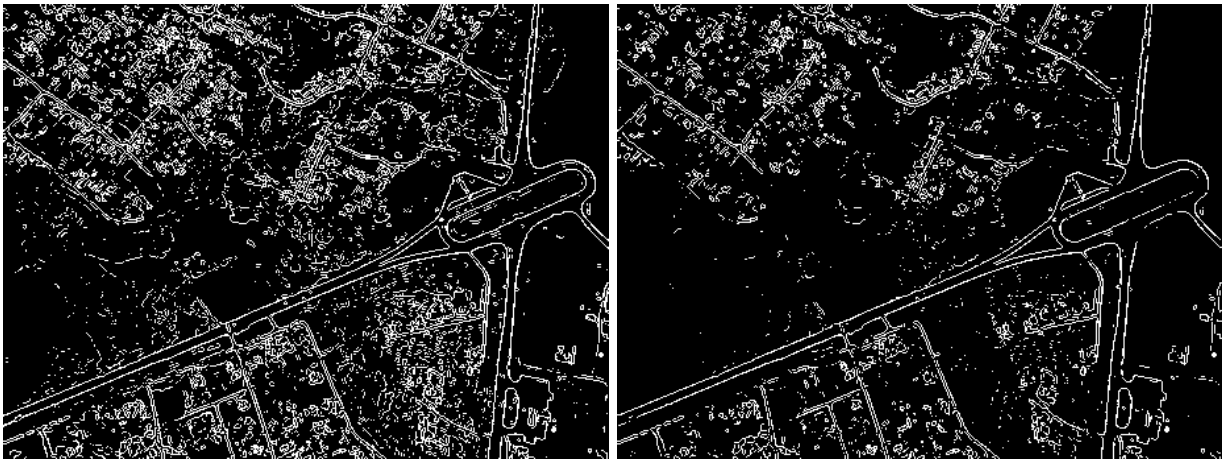
где k – индекс пиксела в матрице 3×3 в окрестности;
x_k, y_k, z_k – координаты пикселов в окрестности 3×3.



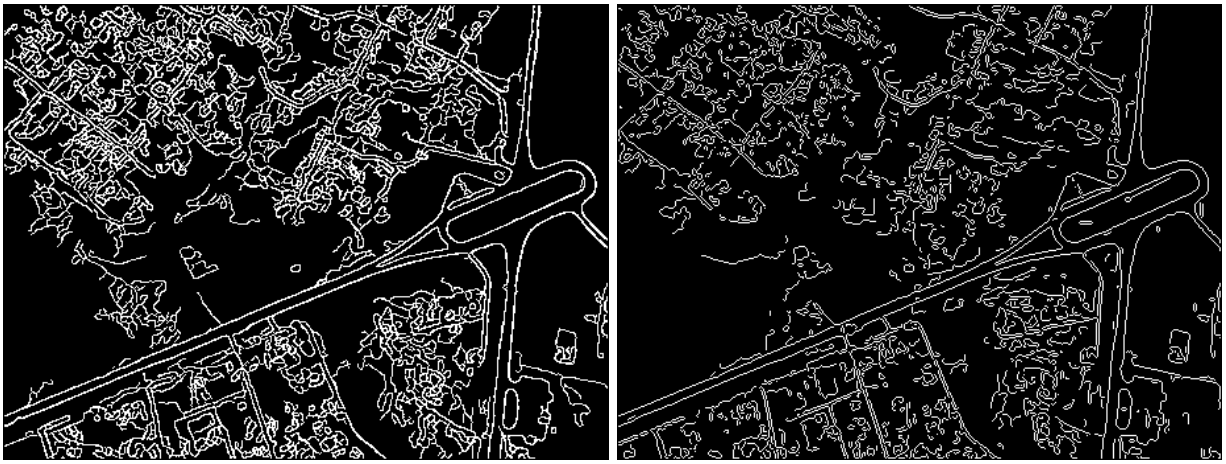
Рис. 1. Исходное изображение местности



а) б)



в) г)



д) е)

Рис. 2. Результаты работы контурных детекторов:
а) Робертса; б) Превитта; в) Собела с низким порогом;
г) Собела с высоким порогом; д) Канни; е) МНК

Данный метод обеспечивает высокое качество выделения контуров и хорошую помехозащищенность при более низкой по сравнению с распространенными методами вычислительной сложностью [7].

Проведено сравнение результатов работы рассмотренных контурных детекторов. Методы Робертса, Превитта, Собела и Канни реализованы в пакете прикладных программ Matlab.

На рис. 1 приведено исходное изображение, сделанное беспилотным летательным аппаратом.

На рис. 2 показаны контуры объектов исходного изображения, полученные с помощью методов Робертса (рис. 2а), Превитта (рис. 2б), Собела с низким порогом (рис. 2в), Собела с высоким порогом (рис. 2г), Канни (рис. 2д) и наименьших квадратов (рис. 2е).

Анализ рис. 2 показывает, что методы Робертса, Превитта и Собела слабо защищены от шумов. Повышение порогов данных детекторов приводит к исчезновению большинства ложных контуров, при этом появляются значительные разрывы контуров, как показано на примере метода Собела (рис. 2г). Лучшие результаты показали детекторы Канни и МНК. При этом детектор на основе МНК обладает существенно меньшей вычислительной сложностью, что делает его использование в задачах определения координат летательного аппарата предпочтительным.

На основании проведенного в работе сравнения контурных детекторов на примере снимка местности можно заключить, что наилучшим методом построения контуров для решения задач аэронавигации является детектор работающий по методу наименьших квадратов. Он обеспечивает высокое качество выделяемых контуров (незначительное количество шумов и разрывов) и имеет достаточно низкую вычислительную сложность, что особенно важно при выполнении алгоритма в условиях ограниченных процессорных мощностей на борту летательного аппарата.

Список литературы

1. *Веремеенко К.К., Желтов С.Ю., Ким Н.В., Себряков Г.Г., Красильщиков М.Н.* Современные информационные технологии в задачах навигации и наведения беспилотных маневренных летательных аппаратах. – М.: ФИЗМАТ, 2009. – 562 с.
2. *Гонсалес Р., Вудс Р.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с.
3. *Яне Б.* Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2007 – 584 с.
4. *Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Князь В.А., Ходарев А.Н., Моржин А.В.* Обработка и анализ цифровых изображений с примерами на LabVIEW IMAQ Vision. – М.: ДМК Пресс, 2007. – 464 с.
5. *Canny J.* A Computational Approach to Edge Detection // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1986. – Vol. PAMI-8 No. 6 – pp. 679-698.
6. *Самохвалов А.*В. Контурное кодирование полутонового изображения: выделение контурной информации на изображении // Приволжский научный вестник. – 2013. – №7(23). – С. 53-61.
7. *Архипов И.О., Мурынов А.И., Юферев Д.А.* Построение контуров структурных элементов графического изображения на основе метода наименьших квадратов // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2015. – №4(68). – С. 60-64.

Раздел 6. Менеджмент и экономика

Содержание

Азаматов Д.О. Управление долгом бюджетов муниципальных образований в современных экономических условиях (на примере МО «Город Ижевск») 440

Волкова И.О., Волменских Е.В. Оценка платежеспособности предприятия 444

Волкова Т.Г., Епифанов Д.Ю. Использование офшорных банков с целью сокращения уровня финансовых рисков организации 449

Вычужанина Е.Ф., Тимшина Н.А. Основы управления конкурентоспособностью предприятий общественного питания 453

Гаврилюк Е.А., Иванова И.Б. Исследование структуры и емкости рынка обустройства нефтяных месторождений Удмуртской республики в 2015 г. 459

Главатских О. Б., Пестерева А.С. Проблема трудоустройства молодежи 464

Касаткина Е.В., Мустакимова З.С., Соболев А.П. Учет интеллектуального капитала при моделировании экономической системы предприятия 467

Лифанов И.П. Реструктуризация научно-производственного предприятия с целью внедрения поточного метода производства 474

Ломаева И.Ю., Севрюгин Ю.В. Сущность и процесс финансового планирования на предприятии 477

Маликова Д.М. Прикладной технологический инструментарий «Бережливого производства» на промышленном предприятии 479

Мушакова М.С., Тарануха Н.Л. Анализ эффективности консалтинга на предприятиях в современных условиях 483

Мушакова М.С., Тарануха Н.Л. Влияние строительства доходных домов на развитие жилищного строительства 489

Садретдинова С.Т., Калинкина Г.Е. Анализ способов коммерциализации инноваций 495

Столярова А.В., Сырыгин С.П. Проблемы и методы решения валютной ипотеки 500

Тарануха К.В., Нанеишвили Т.Г. Анализ основных направлений повышения эффективности инвестиций в жилищное строительство Удмуртской Республики 503

Усольцев А.В. Оптимизация финансовых затрат на тренировочный процесс при подготовке спортсмена к соревнованиям 507

Чубукова Л.В. Нерациональность в поведении покупателя 511

Шиляева О.Н. Создание технопарков как инструмент развития инновационной деятельности региона 514

Шляпина М.А., Гайдай Н.В. Особенности управления материально-техническим снабжением на нефтедобывающих предприятиях (на примере ПАО «Белкамнефть»)..... 519
Melkumyan D.V. Systematization of strategic objectives for the regional development 523
Prajová V., Božek P. The implementation process of integrated marketing communication in the manufacturing plant..... 527

УДК 338(045)

Раздел 6. Менеджмент и экономика

Азаматов Д.О., магистрант кафедры «Финансы и кредит», azdens@gmail.com;

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Управление долгом бюджетов муниципальных образований в современных экономических условиях (на примере МО «Город Ижевск»)

Аннотация: Одной из наиболее значимых проблем для местных органов власти является определение источников финансирования дефицита бюджета, а соответственно и выбор оптимальной стратегии управления муниципальным долгом.

Цель данной статьи – разработка стратегии управления долгом муниципального образования «Город Ижевск» в современных экономических условиях.

К основным источникам финансирования дефицита бюджета относят выпуск ценных бумаг, кредиты кредитных организаций и бюджетные кредиты. Кредитный портфель города Ижевска (в отличие от других городов республики) состоит преимущественно из коммерческих кредитов, поэтому бюджету необходима финансовая помощь со стороны региональных органов власти в рамках замещения коммерческих кредитов бюджетными. Эмиссия ценных бумаг на данный момент экономически нецелесообразна.

Муниципальный долг МО «Город Ижевск» увеличивается на протяжении последних лет. Связано это в первую очередь с привлечением дополнительных объемов средств на финансирование дефицита и увеличением ставок по новым кредитам.

Высокие процентные ставки по банковским кредитам для муниципальных образований обоснованы высокой ключевой ставкой, которая устанавливается ЦБ РФ. Следует ожидать уменьшение ставок по кредитам только после принятия решения Совета директоров ЦБ РФ о снижении ключевой ставки.

Правильная стратегия управления долгом делает возможным уменьшить расходы на обслуживание долга и своевременно выполнять обязательства перед кредиторами – а значит укрепить их доверие к заёмщику. Для этого необходимо обеспечивать открытость и доступность финансовой отчетности.

В статье проанализирован опыт городов в сфере финансирования муниципального долга в новых экономических условиях и предложены варианты уменьшения долговой нагрузки на местный бюджет.

Ключевые слова: местные финансы, муниципальный долг, дефицит бюджета, бюджетные кредиты, кредиты кредитных организаций, ключевая ставка, муниципальные ценные бумаги.

Обслуживание муниципального долга непрерывно оттягивает на себя часть средств местного бюджета, что влечет за собой рост дефицита. А это вынуждает искать дополнительные средства для его покрытия, что является затруднительным в современных экономических реалиях. Не существует идеальной пропорции между доходами, расходами и дефицитом бюджета, поэтому

вопрос об оптимальной стратегии управления долгом – один из самых актуальных и значимых для местных органов власти.

Источники финансирования дефицита местного бюджета определяются ст.96 Бюджетного кодекса РФ и рассмотрены на рис. 1. Дефицит местного бюджета не должен превышать 10 процентов утвержденного годового объема доходов без учета безвозмездных поступлений [1]. Средства, привлеченные на финансирование дефицита или покрытие действующих кредитов, образуют муниципальный долг, а проценты по займам – расходы на обслуживание долга.

Муниципальный долг МО «Город Ижевск» (столицы Удмуртской Республики) состоит из обязательств по бюджетным и коммерческим кредитам и увеличивается на протяжении последних лет. Так, на 01.01.14г. он составлял 3 491 млн.руб., на 01.01.15 г. - 4 034 млн.руб., на 01.01.16 г. – 4 594 млн.руб. (+31,6% за три года). Расходы на обслуживание долга при этом также выросли с 269 млн.руб. до 460 млн.руб. (+71,0%). Связано это в первую очередь с привлечением дополнительных объемов средств на финансирование дефицита и увеличением ставок по новым кредитам.

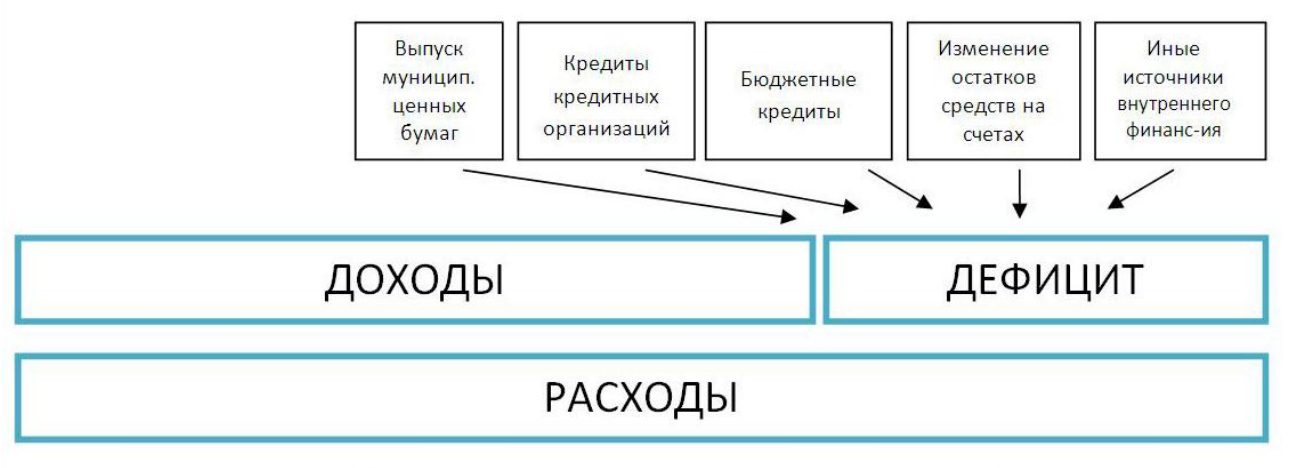


Рис. 1. Источники финансирования дефицита местного бюджета

Более того, существует тенденция к уменьшению доли бюджетных кредитов в общем кредитном портфеле. Если на 01.01.2014 г. доля бюджетных кредитов в кредитном портфеле г.Ижевска была около 11%, то на 01.01.2016 г. – уже 9%, то есть на 2% выросла доля кредитов кредитных организаций, хотя в условиях кризиса 2014-2015 гг. банки зачастую отказывались от подписания долгосрочных контрактов.

Рассмотрим структуру долговых обязательств у городов Удмуртской Республики. Согласно отчетам об исполнении бюджета за 2014 год бюджетные кредиты в общем кредитном портфеле муниципальных образований составляют: Сарапул – 100%, Можга – 100%, Воткинск – 92,8%, Глазов – 67,7%. То есть в Ижевске (по сравнению с другими городами республики) максимальная закредитованность более дорогими по сравнению с бюджетными - коммерческими средствами. Процентные выплаты по коммерческим кредитам в разы выше,

и это создает дополнительную нагрузку на местный бюджет. При этом практически максимальное отношение долга к налоговым и неналоговым доходам – 74,4%, что недопустимо для столичного города, так как бюджеты столичных городов в сегодняшних экономических реалиях являются гарантом финансового развития регионов страны.

Процедура привлечения банковских кредитных ресурсов регулируется Федеральным законом № 44-ФЗ от 05.04.2013г. «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд». Это позволяет добиться открытости торгов, предотвратить коррупцию и главное - уменьшить цену для заказчика в рамках проведения электронных аукционов на привлечение кредитов [2].

Высокие процентные ставки по кредитам муниципальным образованиям обоснованы в первую очередь высокой ключевой ставкой, которая устанавливается ЦБ РФ. Рассмотрим графики движения процентных ставок и их зависимость от ключевой ставки [3] (рис 2).

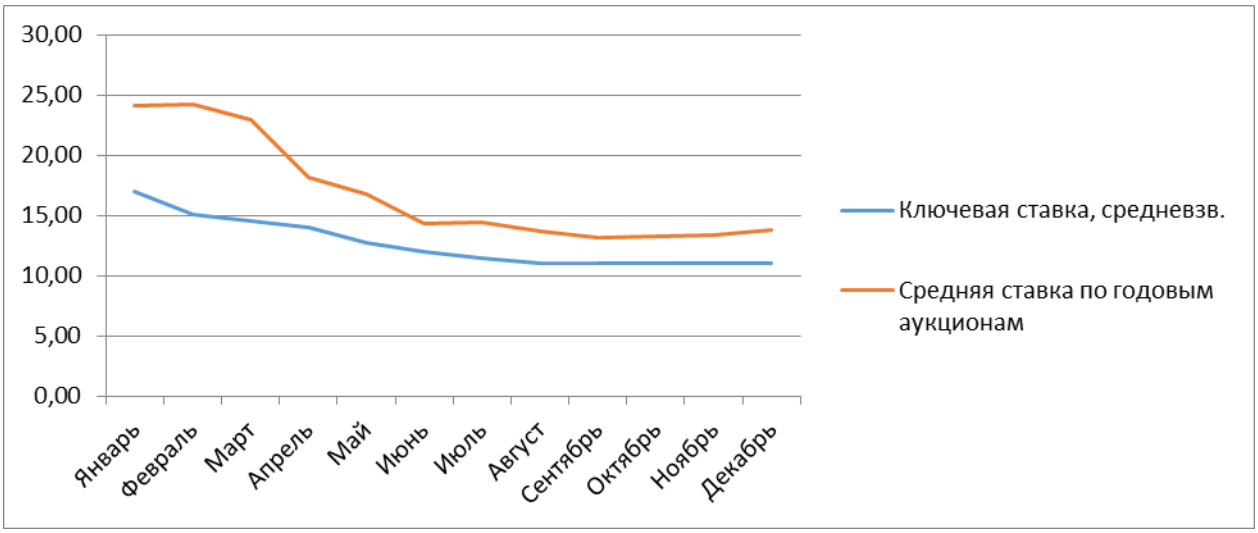


Рис. 2. Влияние ключевой ставки на ставки по кредитам коммерческих банков для муниципальных образований в 2015 г.

Показателем тесноты связи является коэффициент корреляции, который рассчитывается по формуле:

$$r_{xy} = \frac{\overline{x * y} - \bar{x} * \bar{y}}{\sigma_x * \sigma_y} = \frac{220{,}90 - 12{,}65 * 16{,}84}{1{,}94 * 4{,}25} = 0{,}96$$

Таким образом, связь между показателями «средняя ставка по кредитам» и «ключевая ставка» по шкале Чеддока весьма высокая и прямая. То есть следует ожидать уменьшение ставок по кредитам после принятия решения Совета директоров ЦБ РФ о снижении ключевой ставки. В связи с возросшей нагрузкой на бюджет по обслуживанию долга субъекты и муниципальные образования ждут от вышестоящей власти помощи в виде замещения коммерческих кредитов бюджетными.

Сама стратегия управления государственным и муниципальным долгом может по-разному трактоваться экономистами. Например, А.Г.Грязнова характеризует её как «совокупность мер по регулированию его объема и структуры, определению условий и осуществлению новых заимствований, регулированию рынка заимствований, реализации мер управления проблемными долгами, обслуживанию и погашению долга, предоставлению государственных и муниципальных гарантий, контролю за эффективным использованием заимствованных средств» [4], а М.В. Романовский - как «совокупность действий государства в лице его уполномоченных органов по регулированию величины, структуры и стоимости обслуживания государственного долга, которая может осуществляться на стратегическом и тактическом уровнях» [5].

Правильная стратегия управления долгом позволяет уменьшить расходы на обслуживание долга и своевременно выполнять обязательства перед кредиторами – а значит укрепить их доверие к заёмщику. Надежность заёмщика могут подтверждать рейтинговые агентства. Так, в 2015 году для повышения инвестиционной привлекательности города Ижевска проведены конкурсные процедуры и заключен муниципальный контракт с международным рейтинговым агентством Fitch Ratings. В рамках данного контракта Ижевску присвоены долгосрочные рейтинги дефолта эмитента («РДЭ») в иностранной и национальной валюте на уровне «B+» со «Стабильным» прогнозом и краткосрочный РДЭ в иностранной валюте «B». Но основная доля выплат по кредитам наступает только в 2017 году, поэтому в перспективе рейтинг может быть понижен.

Проанализировав опыт городов в сфере управления муниципальным долгом в новых экономических условиях, можно предложить следующие варианты уменьшения нагрузки на местный бюджет.

Во-первых, стоит рассмотреть вопросы о замещении коммерческих кредитов бюджетными. По расчетам это позволит уменьшить расходы на обслуживание долга МО «Город Ижевск» в 2016 году на 58,7 млн. руб. (при замене 300 млн.руб. коммерческих кредитов со ставками от 19,5% до 20,0% годовых на бюджетные кредиты под 0,1% годовых).

Во-вторых, стоит перенести привлечение средств по возможности на более позднее время. Экономическая ситуация должна стабилизироваться, есть вероятность дальнейшего снижения ключевой ставки.

В-третьих, по примеру некоторых муниципальных образований, возможно использование возобновляемых кредитных линий, которые позволяют более эффективно распоряжаться средствами на счете бюджета.

В-четвертых, необходимо поддерживать кредитный рейтинг муниципального образования и обеспечивать доступность и открытость отчетной информации, чтобы привлекать внимание новых кредиторов.

А с выпуском муниципальных ценных бумаг стоит повременить. Выпуск облигаций увеличит муниципальный долг, что в свою очередь сократит возможность оперативного привлечения кредитных ресурсов для покрытия дефицита бюджета. Для первичного размещения муниципальных облигаций Администрации города необходимо будет оплатить издержки, связанные с выходом на рынок, в размере 2,3-2,5 млн. руб. Поэтому запуск в обращение ценных бу-

маг для Ижевска на данный момент экономически нецелесообразно. По состоянию на 01.01.2016 г. только 5 городских округов работают на рынке ценных бумаг (Казань, Новосибирск, Краснодар, Волгоград, Томск).

В сложившейся ситуации основным условием исполнения бюджета является составление сбалансированного кассового плана, обеспечивающего равномерное принятие бюджетных обязательств в течение финансового года с учетом ожидаемых кассовых поступлений в бюджет и недопущение необоснованного увеличения кассового плана, приводящее к кассовому разрыву.

Список литературы

1. Бюджетный кодекс Российской Федерации от 31.07.1998 N 145-ФЗ (ред. от 15.02.2016).
2. Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 09.03.2016) "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд".
3. ЗАО «ТРП - Финансовые решения». Ежемесячные аналитические обзоры рынков. URL: http://trp.tomsk.ru/pages/analytics (дата обращения: 01.03.2016).
4. *Грязнова А.Г.* Финансы: учебник. - 2-е изд., перераб. и доп. — М.: издательство «Финансы и статистика», 2012. - 496 с.
5. *Романовский М.В.* Финансы, денежное обращение и кредит: учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: издательство «Юрайт», 2010. - 714 с.

Волкова И.О., магистрант;
Волменских Е.В., старший преподаватель

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Оценка платежеспособности предприятия

Аннотация: Для любого предприятия платежеспособность является одной из важнейших характеристик. Зачастую понятие «платежеспособности» приравнивают к понятию «ликвидности», но важно помнить, что для оценки предприятия это два различных показателя. При анализе платежеспособности используются два ее вида – текущая и перспективная. В краткосрочном периоде текущая платежеспособность позволяет оценить финансовое положение для принятия тактических решений. В свою очередь перспективная платежеспособность оказывает влияние на выработку стратегии. Для определения уровня платежеспособности предприятия могут быть использованы различные коэффициенты. Основными являются коэффициент текущей ликвидности (коэффициент покрытия) и коэффициент обеспеченности предприятия собственными средствами. Помимо данных коэффициентов применяются коэффициент абсолютной ликвидности, коэффициент быстрой или срочной ликвидности. В зависимости от значения названных показателей для предприятия рассчитывается коэффициент восстановления либо утраты платежеспособности, позволяющий принимать решения о дальнейшей деятельности предприятия. Несмотря на большой опыт использования платежеспособности как одного из важнейших показателей работы

предприятия, проблемы ее оценки до сих пор остаются актуальными. Одной из причин является то, что активы предприятия подсчитываются на определенный момент времени, а обязательства могут быть погашены за тот или иной промежуток, что несколько искажает реальное положение. Второй момент – оценка активов предприятия по себестоимости, что занижает платежеспособность при наличии запасов в активе.

Ключевые слова: предприятие, платежеспособность предприятия, коэффициент ликвидности, текущие активы, оборотные активы, краткосрочные обязательства.

Оценка финансового положения предприятия является одним из важнейших факторов его успешной деятельности и развития. Основными критериями оценки финансового состояния предприятия будут его платежеспособность и ликвидность. В данной статье остановимся подробнее на первом критерии.

Что представляет собой такая характеристика как платежеспособность? Это способность предприятия своевременно и в полном объеме расплачиваться по своим обязательствам [1, с.37]. Иногда понятие «платежеспособность» отождествляют с понятием «ликвидности», однако, стоит отметить, что эти понятия не означают одно и то же. К примеру, А.Н. Гаврилова указывает, что ликвидность – это способность организации погашать в определенное время свои обязательства с помощью оборотных активов, в то время платежеспособность – наличие свободных расчетных средств, достаточных для немедленного погашения обязательств [2, с.95]. Хотя анализ платежеспособности и проводится на основе коэффициентов ликвидности, важно помнить о том, что этого не всегда достаточно. Коэффициенты ликвидности могут характеризовать финансовое положение предприятия как удовлетворительное, но в том случае, если большая часть текущих активов приходится на неликвиды, то предприятие не будет располагать достаточными средствами и на деле окажется неплатежеспособным.

В ходе анализа платежеспособности могут рассматриваться два ее вида: *текущая* (техническая) и *перспективная*. Текущая платежеспособность характеризует наличие у предприятия достаточного объема денежных средств, необходимых для расчетов по кредиторской задолженности, которые требуют немедленного погашения. Другой вид – перспективная платежеспособность – характеризует сопоставление между имеющимися обязательствами и платежными средствами, доступными в течение прогнозируемого периода [1, с.37].

На основании данных понятий, можно сделать вывод, что текущая платежеспособность определяется наличием денежных средств в достаточном объеме и отсутствием просроченных долговых обязательств перед кредиторами. В свою очередь индикаторами перспективной платежеспособности являются ликвидность активов и формирующиеся обязательства для определенного прогнозируемого периода времени.

Для оценки степени платежеспособности предприятия используются различные коэффициенты. Как уже было отмечено ранее, платежеспособность предприятия оценивают сопоставлением затрат предприятия и источников средств, формирующих запасы.

Основными коэффициентами, которые используются при оценке платежеспособности предприятия, являются коэффициент текущей ликвидности (коэффициент покрытия) и коэффициент обеспеченности предприятия собственными средствами. Рассмотрим подробнее данные коэффициенты.

Коэффициент текущей ликвидности (current ratio) определяет способности и возможности предприятия погасить краткосрочные (текущие) обязательства за счет использования оборотных активов, он является одним из самых важных финансовых коэффициентов. Как предприятие может вычислить коэффициент текущей ликвидности? Данный коэффициент рассчитывается как отношение текущих (оборотных) активов предприятия к краткосрочным обязательствам (текущим пассивам и краткосрочной задолженности). Цифры необходимые для расчетов можно найти в бухгалтерском балансе предприятия.

Стоит отметить, что считается текущими активами и краткосрочными обязательствами предприятия. К текущим активам относятся:

- наличные деньги в кассе и на счетах в банках;
- стоимость товарно-материальных запасов (имеющих быструю оборачиваемость, не более года);
- дебиторская задолженность нетто (разность между остатком дебиторской задолженности и резервом, предназначенным для покрытия безнадежных долгов);
- прочие текущие активы (вложения в ценные бумаги, расходы будущих периодов и т.п.).

При оценке активов стоит помнить о том, что не все они являются ликвидными. Некоторые активы могут быть рассчитаны на более длительный, чем один год, срок использования, обладать нулевой ликвидностью, и т.п.

В свою очередь к краткосрочным обязательствам предприятия мы можем отнести следующее:

- неоплаченные обязательства (отчисления в бюджет, расчеты с поставщиками и т.п.);
- ссуды, имеющие короткие сроки погашения (в течение года);
- прочие текущие краткосрочные обязательства.

Что касается трактовки результатов по данному коэффициенту, если его значение превышает 1, значит можно говорить о том, что предприятие имеет определенный объем свободных ресурсов, которые формируются за счет собственных источников. Наилучшим считается значение коэффициента в пределах от 1 до 2, в этом случае предприятие обладает хорошей платежеспособностью. Стоит отметить, что, если значение коэффициента сильно превышает показатель 2, это тоже может привести к неблагоприятным последствиям. Такой коэффициент свидетельствует о том, что предприятие нерационально вкладывает средства и неэффективно использует свои активы.

Помимо коэффициента текущей ликвидности для оценки платежеспособности используются *коэффициент абсолютной ликвидности*. Формула для вычисления данного коэффициента такая же, как для определения коэффициента текущей ликвидности, однако в данном случае берутся только высоколиквид-

ные оборотные активы, к которым относятся наличные деньги в кассе и на расчетных счетах в банках, а также краткосрочные финансовые вложения.

Хорошим показателем будет являться значение данного коэффициента, равное 0,2 и выше. Однако, как и в случае с коэффициентом текущей ликвидности, слишком большое значение указывает на нерациональность использования капитала.

В связи с ликвидностью стоит отметить еще один коэффициент – *коэффициент быстрой или срочной ликвидности*. Он похож на коэффициент текущей ликвидности и также характеризует способность компании за счет оборотных активов погашать текущие обязательства. Однако здесь есть отличие: для расчета оборотных средств используются только высоколиквидные и среднеликвидные текущие активы, такие как деньги на оперативных счетах, дебиторская задолженность с коротким сроком погашения, запасы ликвидных материалов и готовой продукции. При расчете данного показателя не учитывается незавершенное производство, запасы специальных материалов и полуфабрикатов.

Значение данного коэффициента для предприятия с нормальной платежеспособностью примерно равно 0,8. Если коэффициент быстрой ликвидности очень низкий, но при этом коэффициент текущей ликвидности соответствует норме, то предприятие способно восстановить техническую платежеспособность путем продажи дебиторской задолженности и складских запасов. Однако такой шаг не всегда приводит к успеху.

Далее стоит рассмотреть следующий коэффициент: *коэффициент обеспеченности предприятия собственными средствами*. Данный коэффициент рассчитывается как отношение собственных средств предприятия за вычетом внеоборотных активов и стоимости основных средств к фактической стоимости оборотных средств предприятия [3]. К оборотным средствам относятся материально-производственные запасы, дебиторская задолженность, готовая продукция, незавершенное производство и др. Если значение данного коэффициента меньше 0,1, то предприятие может быть признано неплатежеспособным.

В случае если рассмотренные коэффициенты имеют неудовлетворительные показатели, может быть рассчитан *коэффициент восстановления платежеспособности*. Если же показатели в норме, рассчитывается *коэффициент утраты платежеспособности*. Данные коэффициенты отражают возможности предприятия восстановить или, наоборот, утратить платежеспособность в определенный промежуток времени. Коэффициент восстановления/утраты рассчитывается как отношение расчетного коэффициента текущей ликвидности к его установленному значению.

При вычислении коэффициента восстановления, предприятие имеет возможность восстановить свою платежеспособность в ближайшие 6 месяцев, если его значение больше 1. Если коэффициент утраты принимает значение меньше единицы, то в ближайшие 3 месяца предприятие может утратить свою платежеспособность [3].

Несмотря на то, что уже давно существуют методы определения платежеспособности предприятий, проблемы ее оценки все же остаются актуальными. Почему имеет место данный факт? Одним из спорных вопросов является то,

что активы предприятия мы можем подсчитать на определенный момент времени, в то время как обязательства могут быть погашены за тот или иной промежуток. Это несколько искажает реальное положение вещей, и ситуация может показаться хуже, чем есть на самом деле.

Вторым моментом стоит отметить оценку активов предприятия по себестоимости. Мы не можем использовать при расчетах цены реальной продажи, а это значит, платежеспособность предприятия при наличии запасов в активе будет несколько занижена.

Таким образом, мы рассмотрели понятие платежеспособности предприятия, способы оценки и некоторые проблемы, связанные с неточностями в расчетах.

Для чего необходима оценка платежеспособности предприятия? В первую очередь это важно для самого предприятия, чтобы иметь возможность прогнозировать дальнейшую деятельность. К тому же платежеспособность важна партнерам, кредиторам, инвесторам для подтверждения кредитоспособности, финансовых возможностей предприятия, его перспективности.

В процессе анализа важно понять, что привело предприятие к неплатежеспособности, если данные расчетов свидетельствуют о таком положении дел. Это важно, поскольку влияет на дальнейшие действия. Причинами неплатежеспособности могут стать повышение себестоимости продукции, невыполнение производственного плана, высокие налоги, отвлечение средств в дебиторскую задолженность и т.п. Что, соответственно, влечет за собой разные меры, которые необходимо предпринять руководству предприятия.

Платежеспособность предприятия – один из важнейших показателей для планирования и развития. Она может указать на то, стоит ли закрывать предприятие или у него большие перспективы на будущее. Однако не стоит забывать о том, что не всегда вычисление показателей платежеспособности является точным и отражает реальное положение дел.

Список литературы

1. *Ефимова О.В.* Финансовый анализ: современный инструментарий для принятия экономических решений: учебник / О.В. Ефимова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Омега-Л, 2013. – 351 с.
2. *Гаврилова А.Н.* Финансы организаций (предприятий): учебник / А.Н. Гаврилова, А.А. Попов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: КНОРУС, 2012. – 315 с.
3. *Деревягин А.С.* Оценка платежеспособности компании: российский и зарубежный опыт // Справочник экономиста. – №8. – 2011.
4. *Крылов С.И.* Анализ бухгалтерского баланса коммерческой организации с помощью финансовых коэффициентов // Финансовый вестник: финансы, налоги, страхование, бухгалтерский учет. – №8. – 2013. [Электронный ресурс]: URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=PBI;n=198936 (дата обращения: 26.03.2016).

Волкова Т.Г., к.э.н., доцент, e-mail: volkten@mail.ru;
Епифанов Д.Ю., магистрант, e-mail: Foobos@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Использование офшорных банков с целью сокращения уровня финансовых рисков организации

Аннотация: В статье рассматривается проблема сокращения транзакционных издержек, а также уровня валютного риска российской организации, реализующей свои товары и услуги, как на отечественных, так и на иностранных рынках. Актуальность темы исследования обусловлена безусловной значимостью управления валютным риском в условиях нестабильной конъюнктуры российских рынков в условиях кризиса, а также условий значительных колебаний валютных курсов и нестабильности национальной валюты. Целью моего исследования выступает разработка практических рекомендаций, направленных на создание функционала, который может быть использован предприятием для управления величиной валютного риска, а также суммой транзакционных издержек. В ходе исследования будут проанализированы несколько альтернативных вариантов финансовых потоков, а также связанные с каждым из них уровни валютного риска и транзакционных издержек. Результатом исследования станет разработка оптимальной карты финансовых потоков предприятия, применение которой позволит достигнуть поставленную цель на практике.

Ключевые слова: валютный риск, транзакционные издержки, офшорный банк, интернет-эквайринг, финансовые потоки.

Активное развитие отечественной экономики и постоянное ускорение интеграционных процессов с экономиками других стран неизбежно приводит к тому, что российская финансовая система вынуждена развиваться и подстраиваться под современные мировые экономические реалии как отдельных государств, так и крупных экономико-политических блоков, таких как Всемирная торговая организация. В процессе развития всех сфер отечественной финансовой системы Россия неизбежно сталкивается с тем, что иностранные компании при прочих равных условиях имеют гораздо более развитый функционал для ведения своей хозяйственной деятельности, чем российские предприятия.

Наиболее остро данная проблема встает перед малым и средним бизнесом, когда предприятия уже заняли свою нишу на российском рынке и выходят на мировую арену. Несовершенство текущего состояния развития отечественной финансовой системы приводит к тому, что транзакционные издержки (расходы, которые сопровождают отношения контрагентов), а также финансовые риски работы за границей, могут поставить бизнес на грань банкротства или, во всяком случае, заставляют задуматься о целесообразности ведения торговли на иностранных рынках. Для демонстрации этой проблемы мы можем рассмотреть две классические схемы финансовых потоков. На рис. 1 представлена ситуация, когда организация принимает оплату (например, через сайт) в рублях и вынуждена перевести впоследствии средства поставщику в иностранной валюте.

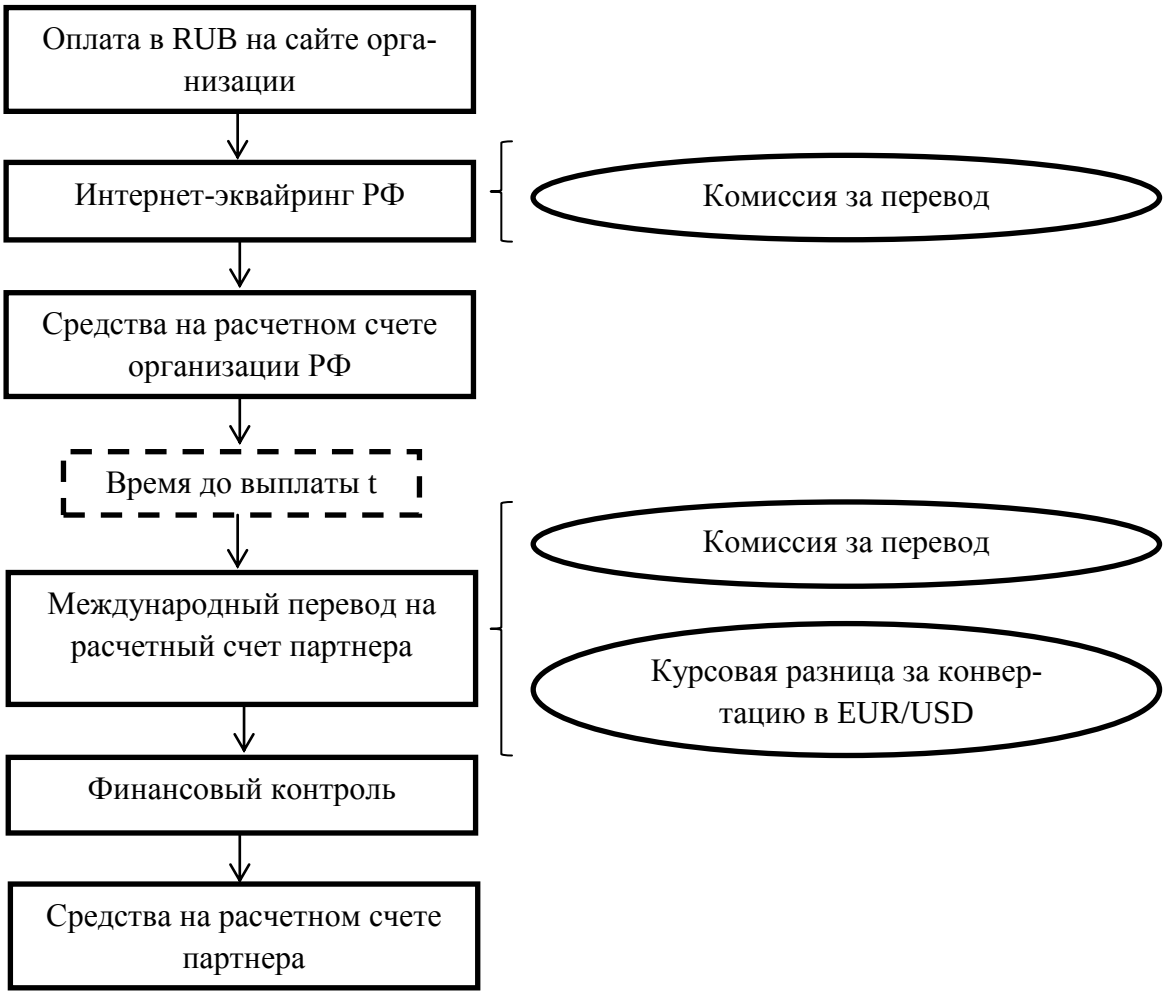


Рис. 1. Принятие платежа в рублях с использованием эквайринга банка РФ

Как мы можем увидеть, от момента продажи до момента итогового перечисления средств на расчетный счет партнера российская организация была вынуждена дважды оплатить комиссию за перевод средств. Первый раз дополнительная оплата взималась за услуги интернет-эквайринга российского банка, другими словами, за услугу приема к оплате платежных карт, которые надежно завоевали позицию одного из самых быстрых и удобных средств расчета. Как правило, сумма расходов на транзакцию через эквайринг в России колеблется на уровне 3-4% от стоимости платежа.

Также стоит отметить, что при международном переводе на расчетный счет контрагента взимается комиссия за перечисления денежных средств, которая зависит от банка, который обслуживает расчетный счет российской организации, и может составлять 1% и более. Международный перевод денежных средств приводит к тому, что при транзакции неизбежно возникает курсовая разница, которая в нестабильных условиях современной российской экономики наряду с описанными выше комиссиями вынуждает предприятие закладывать эти издержки и риски в итоговую цену услуги.

Рассмотрим ситуацию, когда производимый отечественной компанией товар или услуга имели сопоставимые уровень цены и качества как у аналогичного иностранного товара на этапе производства. Принимая во внимание опи-

санные выше факторы, неизбежно возникает ситуация, когда (даже в случае отсутствия на стороне покупателя пошлин, регулируемых законодательством) дистрибуция товаров и услуг отечественной компании за границей с текущими транзакционными издержками российских банков приводит к ее абсолютной неконкурентоспособности по критерию цены на иностранном рынке.

На рис. 2 представлена более сложная система финансовых потоков, когда организация продает свой товар в иностранной валюте, например, покупателю за границу, и вынуждена также как в примере 1 после завершения сделки перевести средства поставщику на его расчетный счет в иностранной валюте.

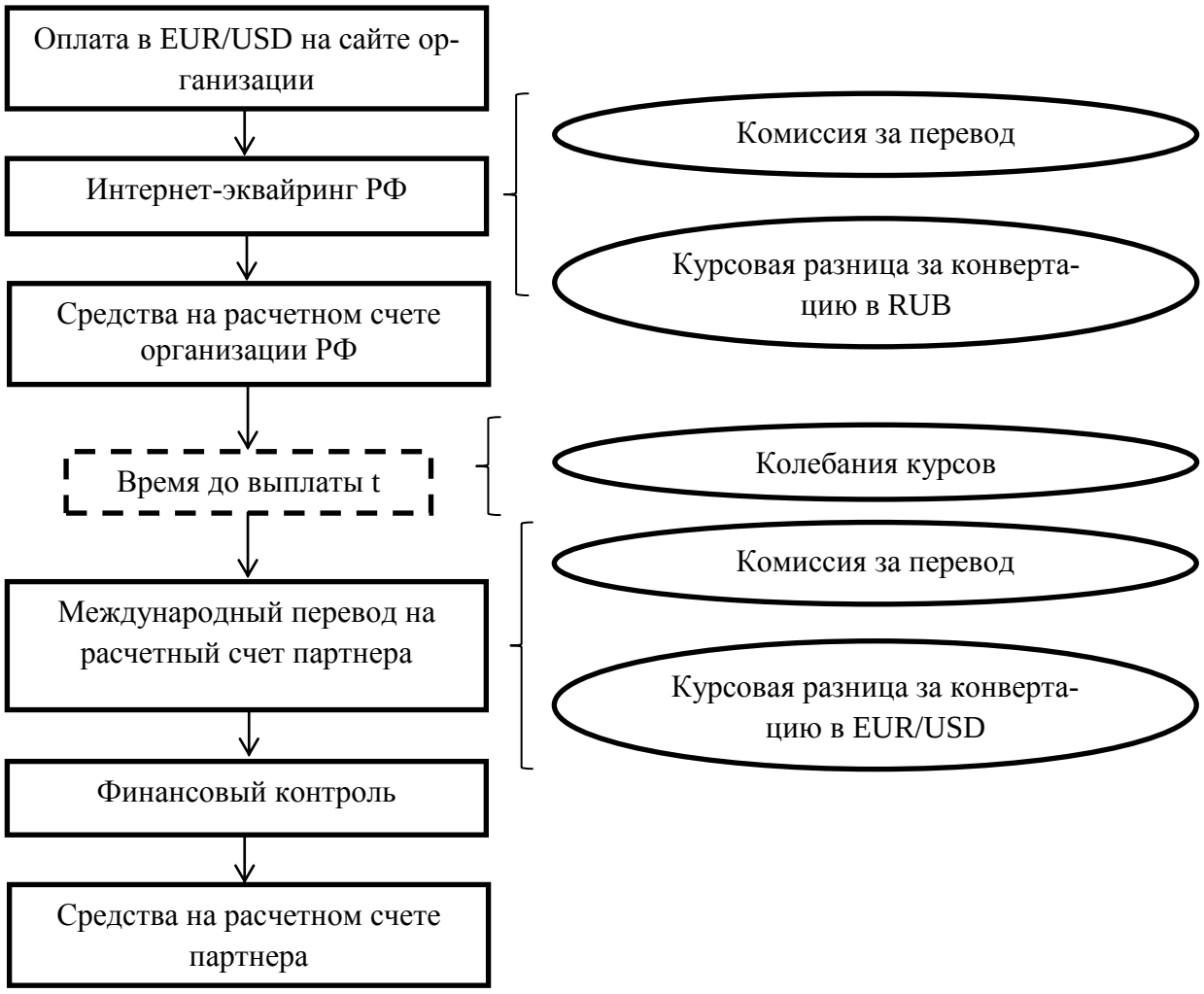


Рис. 2. Принятие платежа в иностранной валюте с использованием эквайринга банка РФ

Как можно увидеть на рис. 2, комиссия, взимаемая российским интернет-эквайрингом, а также комиссия за перевод средств на иностранный расчетный счет также присутствует. Помимо этого организация сталкивается с новыми издержками и рисками. Наибольшую проблему в таком случае составляет валютный риск, который возникает на этапе конвертации средств клиента в иностранной валюте при их переводе через интернет-эквайринг на российский рублевый счет. После чего возникает временной лаг перед расчетом с постав-

щиком. Во время расчета с поставщиком денежные средства, которые ранее уже были переконвертированы из иностранной валюты в рубли, вновь конвертируются из рублей в иностранную валюту.

Чем больше временной лаг в расчете с поставщиком, тем большее значение принимает величина валютного риска, поскольку сумма к оплате партнеру в рублях на момент выплаты может намного отличаться от поступившей суммы из-за изменившегося валютного курса за время лага. Это делает валютный риск в состоянии нестабильной экономической конъюнктуры российского валютного рынка одним из самых опасных финансовых рисков, с которыми может столкнуться организация.

Для сокращения величины валютного риска, а также транзакционных издержек отечественное предприятие может использовать оптимальную систему финансовых потоков, представленную на рис. 3.

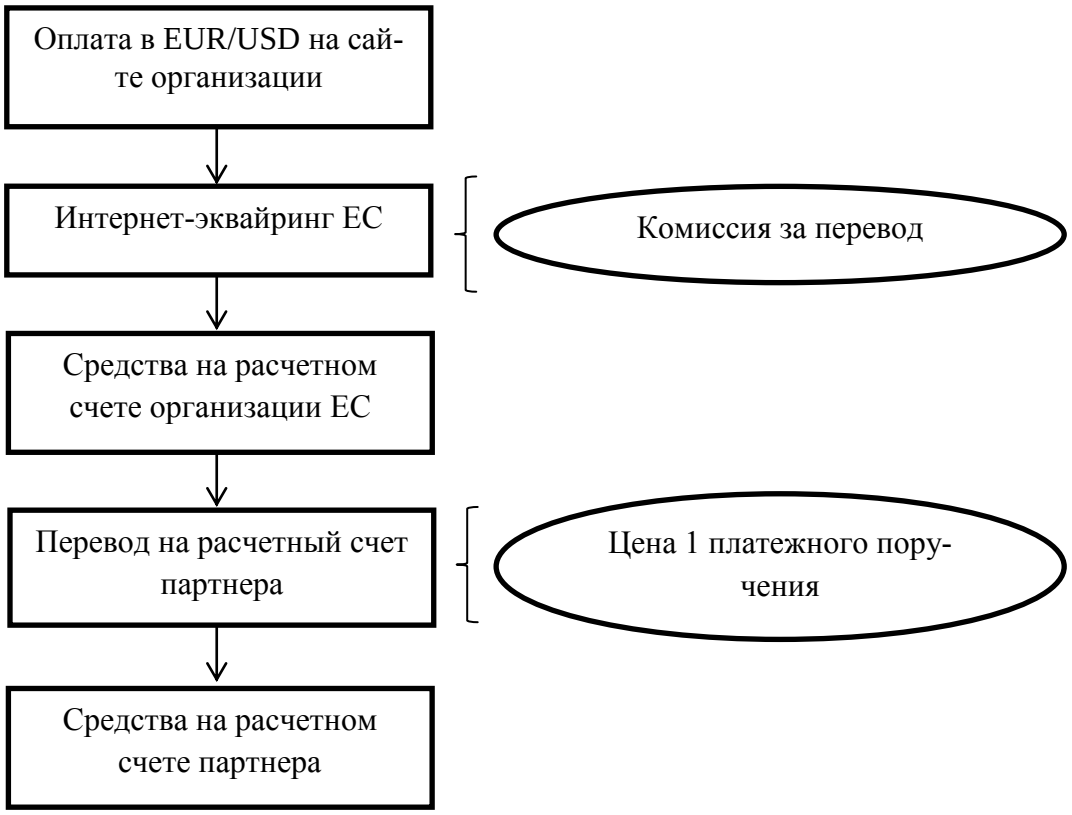


Рис. 3. Принятие платежа в иностранной валюте с использованием эквайринга офшорного банка в Евросоюзе

В случае использование офшорного банка Евросоюза российская компания может сократить свои транзакционные издержки, а также валютный риск, возникающий, когда иностранный клиент приобретает товары и услуги в валюте, а предприятие вынуждено дважды конвертировать платеж для расчета с поставщиком.

Также как в случае с эквайрингом российского банка, банк ЕС взимает комиссию за перевод средств. Тем не менее, стоит отметить, что эта комиссия

колеблется не в интервале 3-4%, а составляет всего около 2% от суммы платежа.

Наибольшим преимуществом использования офшорного банка являет то, что он не взимает комиссий за перевод средств на счет контрагента. Все транзакционные расходы на операцию перевода будет составлять стоимость одного платежного поручения. В сравнении с процентами расходов во второй схеме финансовых потоков, издержки на одно поручение настолько минимальны, что ими можно пренебречь.

Таким образом, организация может составить наиболее оптимальную карту финансовых потоков, когда платежи в рублях попадают на российский эквайринг и на российский счет, а платежи в иностранной валюте, которые создают валютный риск и значительные транзакционные издержки, на счет в банке Евросоюза. Это позволяет российской организации осуществлять гибкую ценовую политику, ведя бизнес на тех же условиях, что и иностранные конкуренты.

Сократив транзакционные издержки и валютный риск ведения расчетов предприятие, находясь в условиях российских экономических реалий, имеет доступ к более дешевым как трудовым, так и материальным ресурсам, что в совокупности с минимизированным валютным риском позволяет вести агрессивную ценовую политику демпинга и получать более высокую прибыль.

Вычужанина Е.Ф., к.э.н., доцент кафедры «Менеджмент»
Тимшина Н.А. , студентка , e-mail: natashatim7@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Основы управления конкурентоспособностью предприятий общественного питания

Аннотация: В статье рассмотрены теоретические основы управления конкурентоспособностью предприятий общественного питания. Представлены различные определения термина"конкурентоспособность", определены основные внешние и внутренние элементы конкурентоспособности организации, резервы ее повышения. Приведен пример успешного управления конкурентоспособностью компании общественного питания.

Ключевые слова: конкурентоспособность, элементы конкурентоспособности, конкурентоспособность предприятий общественного питания, управление конкурентоспособностью.

Рынок общественного питания России растет ежегодно на 20-40% (в зависимости от субъектов РФ и их особенностей). Определенные резервы деловой активности в данном направлении открывает тот факт, что уровень российского общественного питания в целом пока еще отстает от мировых тенденций

(число организаций общественного питания на единицу населения существенно меньше, чем в европейских странах). Тем не менее, выход на российский рынок зарубежных сетевых организаций питания способствует ужесточению конкуренции в данной сфере и основными задачами российских организаций общественного питания являются правильная оценка уровня их конкурентоспособности, умение выявить факторы конкурентных преимуществ, выбор методов управления конкурентоспособностью, способных обеспечить высокий уровень развития индустрии общепита.

Конкурентоспособность предприятия - относительная характеристика, отражающая степень отличия развития данной организации от конкурентов по степени удовлетворения своими товарами (услугами) потребностей людей, а также возможности и динамику приспособления организации к условиям рыночной конкуренции [1].

Специалисты по-разному рассматривают понятие конкурентоспособности предприятий (табл. 1).

Таблица 1. **Конкурентоспособность предприятий**

Автор	Определение конкурентоспособности предприятий
Баринов В.	Конкурентоспособность объектов складывается из конкурентоспособности его элементов и их организованности для достижения цели
Захаров А.	Обладание свойствами, создающими преимущества для субъектов экономического соревнования
Блинов А., Захаров В.	Способность создавать такое превосходство над конкурентами, которое позволяет достичь поставленных целей
Конно Т.	Совокупность характеристик, включающих захваченную предприятием долю рынка, способность предприятия к производству, сбыту и развитию, способность высшего звена руководства к реализации поставленной цели
Куприянова Т.	Борьба за ограниченный объем платежеспособного спроса, ведущаяся фирмой на доступных ей сегментах
Дементьева А.	Способность использовать свои сильные стороны и концентрировать свои усилия в той области производства товаров или услуг, где она может занять лидирующие позиции на внутреннем и внешнем рынках
Сергеев И.	Способность предприятия производить конкурентоспособную продукцию за счет его умения эффективно использовать финансовый, производственный и трудовой потенциал
Иванова Е.	Необходимое условие обеспечения производства конкурентоспособной продукции, что является в современных условиях важным направлением деятельности предприятия, ориентированного на завоевание как внутреннего, так и внешнего рынка путем создания продукции, отвечающей требованиям потребителей и мировым стандартам в конкретных сегментах рынка в определенный период времени
Рове М.	Способность страны или фирмы продавать свои товары

Под конкурентоспособностью организации общественного питания следует понимать характеристику уровня эффективности принятия управленческих решений в производственной, финансовой, маркетинговой и кадровой деятельности организации, при которой обеспечивается конкурентное преимущество предлагаемых товаров и услуг [2].

Решением вопросов управления конкурентоспособностью предприятий общественного питания занимаются такие специалисты как Котельникова А.В. и Садыхов Э.В. Первый автор определил конкурентоспособность организации общественного питания как «результат эффективного управления имеющимися конкурентными ресурсами (преимуществами), формирования новых преимуществ, обеспечивающих сохранение предприятием субъектности, экономической независимости в условиях изменяющейся рыночной среды в кратко-, средне- и долгосрочной перспективе»[3]. Садыхов Э.В. дает иное определение, рассматривая конкурентоспособность организаций общепита как «характеристику эффективности принимаемых менеджментом организации решений, выражающейся в качестве платежеспособного спроса и отражающей предпочтительность покупателям продукции данной организации общественного питания»[2].

Управление конкурентоспособностью предприятия означает формирование решений, которые, должны быть устремлены на противостояние различным внешним факторам и достижение превосходства в соответствии с поставленными целями.

Конкурентные преимущества способствуют привлечению внимания к предприятиям общепита целевых потребителей, формированию и повышению спроса на его продукцию и услуги. Внешними факторами, оказывающими влияние на конкурентоспособность предприятия общепита, являются:

– местоположение предприятия (территория, на которой оно располагается, определяющая интенсивность обращения к услугам общепита);

– материально-технический и хозяйственный потенциал (производственная база, уровень применяемых технологий);

– уровень социально-экономического развития территории в целом (бизнес-климат, социальная и политическая стабильность, социальное самочувствие общества (ожидания, настроения), качество и уровень жизни населения региона, уровень развития рыночной инфраструктуры, развитие санаторно-курортной сферы, центров культуры и досуга) [3].

Конкурентоспособность любой компании зависит от ряда факторов, которые принято считать элементами конкурентоспособности. Их можно разделить на три группы факторов (рис. 1):

-технико-экономические;

-коммерческие;

-нормативно-правовые.



Рис.1. Элементы конкурентоспособности

Резервы повышения конкурентоспособности предприятия общественного питания ценовой и неценовой природы представлены на рис. 2 [4].

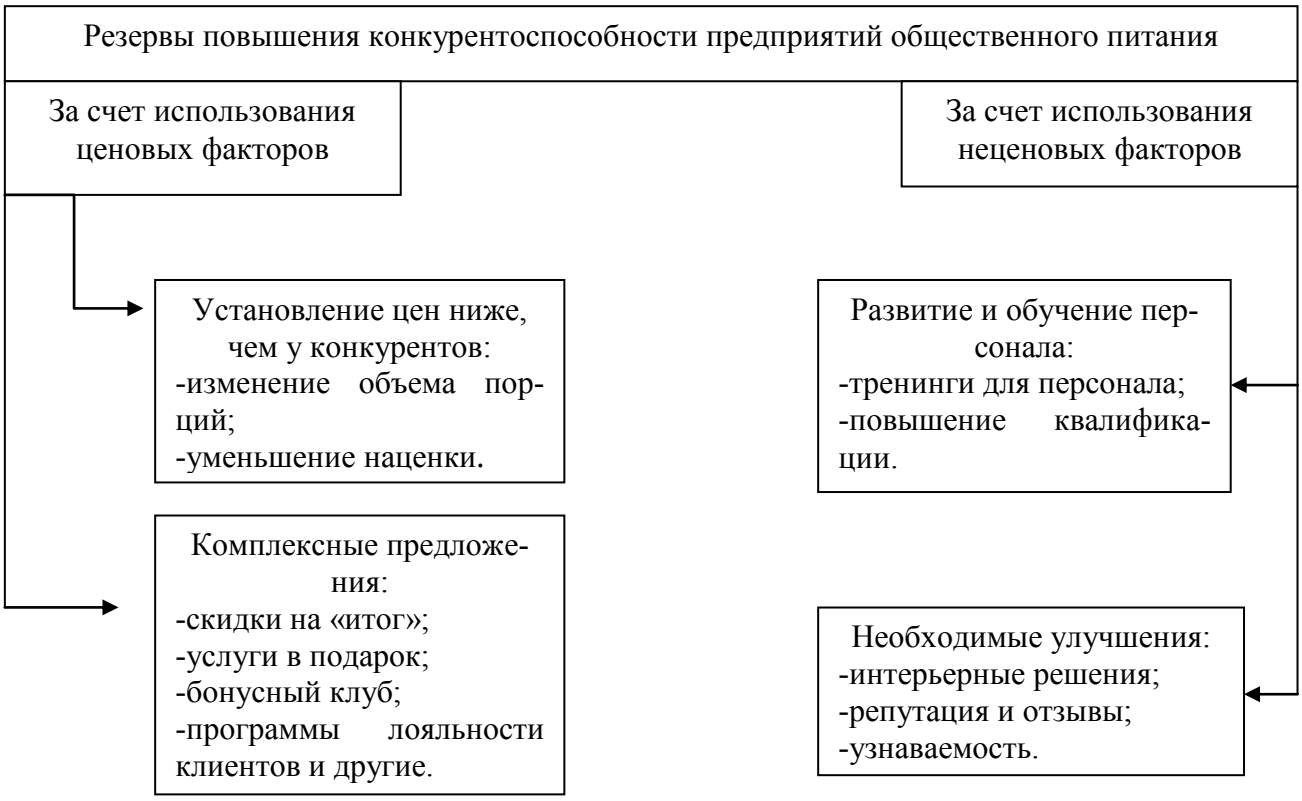


Рис. 2. Резервы повышения конкурентоспособности организации общественного питания

Эффективным орудием неценовой конкуренции является реклама, в настоящее же время ее роль возросла многократно, так как с помощью рекламы заведения сферы общественного питания не только доносят до потребителей

информацию о предоставляемых услугах (осведомленность клиентов), но и формируют доверие к своей товарной, ценовой политике, стремясь создать положительный образ ресторана [4].

Усилить или удержать позиции в конкурентной среде также можно благодаря имиджу, репутации компании, то есть таких социально-психологических данных, формирующих желаемое общественное восприятие заведения. Надежный имидж служит существенным импульсом к первоначальному предпочтению определенного заведения общественного питания.

В настоящее время получают развитие новые типы предприятий общественного питания, адекватные современной рыночной экономике, но не нашедшие отражения в нормативных документах. В связи с данным обстоятельством классификация типов предприятий общественного питания была расширена. В таблице 2 представлены основные виды предприятий общественного питания и их характеристики.

Таблица 2. **Основные виды организаций общественного питания и их элементы конкурентоспособности**

Вид организации общепита	Факторы конкурентоспособности									
	Площадь зала	Ассортимент	Время работы предприятия	Время обслуживания посетителя	Маркетинговые затраты	Стоимость сырья	Заработная плата персонала	Цены на услуги	Плотность посадки в зале	Комфортабельность зала
Ресторан	+	+	+	-	+	-	+	-	+	+
Бар	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+
Кафе	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+
Столовая	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+/-
Закусочная	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-
Буфет	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-

В качестве успешного примера управления конкурентоспособностью организации общественного питания рассмотрим американскую корпорацию, работающую по системе франчайзинга, обладающую одним из самых узнаваемых логотипов в мире, - сеть ресторанов быстрого обслуживания «Макдóналдс». Макдоналдс является лидирующей компанией на домашнем и международном рынках в том числе благодаря эффективному функционированию сразу на нескольких сегментах, являясь как рестораном, так и местом быстрого обслуживания.

Бренд владеет 31 тысячей ресторанов в 120 странах мира, из них 14 тысяч – в США. По состоянию на 6 февраля 2016 года в России работает 546

ресторанов «Макдоналдс». За 25 лет работы на рынке России «Макдоналдс» принял свыше 3 миллиардов гостей.

Клиентам сети предоставляется вся информация о пищевой ценности продуктов, меню адаптировано и разрабатывается с учетом требований различных религий, цены доступны всем (в том числе благодаря самостоятельной уборки подносов посетителями ресторана). Если в США компания ориентируется, прежде всего, на водителей, предлагая обслуживание в автомобилях, то в России она ориентируется, прежде всего, на пользователей метро, предлагая услугу «Макэкспресс».

Рестораны «МакДональдс» стараются выбирать места для своих бизнес-единиц, располагающие достаточным количеством мест для парковки автомобилей. В этой сети ресторанов предусмотрено большое количество касс и широких прилавков.

Осознавая, что люди – главный ресурс компании и основа ее благополучия, перед контактным персоналом поставлена задача обслуживания одного клиента за 3 минуты (2 минуты в очереди и 1 минута у прилавка), на автораздаче требования еще жестче: время, проведенное клиентом в машине между первым окном (заказ) и третьим окном (получение заказа), не должно превышать 75 секунд. При всем этом персонал должен быть точен, энергичен, доброжелателен, улыбаться и благодарить покупателя. Контроль стандартов времени обслуживания в «МакДональдс» - часть концепции качества обслуживания.

Каждый год объемы продаж вырастают примерно на 1,918 млрд. долларов, что больше, на 84% в сравнении с прошлым годом.

Для предприятий общепита значимую роль в понижении рисков управления конкурентоспособностью играет культура обслуживания. Условиями, оказывающими существенное влияние на культуру обслуживания являются:

- современная производственная оснащенность;
- многообразие блюд и услуг;
- качество предлагаемых блюд и услуг;
- качественный сервис;
- степень развития рекламно-информационной деятельности;
- квалификационный уровень и компетентность сотрудников организации общественного питания.

Список литературы

1. Определение конкурентоспособности предприятия: URL: http://knowledge.allbest.ru/economy/2c0a65625a3bc68b4d43a89521216c26_0.html (дата обращения:17.03.2015).
2. *Садыхов Э.Ф.* Управление конкурентоспособностью организаций общественного питания: URL: http://discollection.ru/article/30042013_118440_sadyhov/3 (дата обращения: 20.03.2015).

3. *Котельникова А.В*. Обеспечение конкурентоспособности предприятия общественного питания: URL: http://www.dslib.net/economika-xoziajstva/obespechenie-konkurentosposobnosti-predprijatija-obwestvennogo-pitanija.html (дата обращения: 18.03.2015).
4. *Дубровин И.А.* Маркетинговые коммуникации. Учебник. Гриф УМО МО РФ. М.: Дашков и К°, 2010. 580 с.

Гаврилюк Е.А., магистр, e-mail: elengavrilyuk@mail.ru
Иванова И.Б., к.э.н., доцент, e-mail: ir_ivanova_59@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск

Исследование структуры и емкости рынка обустройства нефтяных месторождений Удмуртской республики в 2015 г.

Аннотация: Данная статья основана на исследовании структуры и емкости рынка обустройства нефтяных месторождений Удмуртской республики в 2015г. Причиной исследования такого рода является неспокойная ситуация в мировой экономике, конфликты между ведущими государствами. Выдвинутые Российской федерации санкции, заставляют страну пересмотреть свою экономику, обратить внимание на добычу полезных ископаемых и на их рациональное использование, выявить перспективы каждого рынка.

В данной работе, мы постарались привести наиболее полную характеристику всех нефтяных месторождений нашей республики, так как нефть – издавна являлась одним из самых важных ископаемых в стране. Добыча «черного золота», его транспортировка, переработка, экспорт имеют непосредственное влияние, как на экономику нашей страны, так и на мировую ситуацию в целом.

Поэтому, нами был выполнен анализ состояния месторождений по возрасту, по количеству и видам скважин. Представлены круговые диаграммы, которые отражают деление на сегменты данной области исследования. Сделаны выводы по каждой таблице и диаграмме, представлены объяснения по всем факторам. Затронута проблема конкуренции на рынке обустройства нефтяных месторождений Удмуртской республики. Выдвинуты предположения по перспективам данного рынка.

Ключевые слова: строительно-монтажные работы, рынок обустройства нефтяных месторождений УР: структура, перспективы.

Кризисное состояние экономики в полной мере отразилось на предприятиях строительной отрасли. В 2016 - 2017гг. прогнозируется падение спроса и объемов СМР на всех сегментах рынка: жилищное, коммерческое, промышленное строительство.

В УР строительные организации определенный объем СМР выполняли при обустройстве нефтяных месторождений. Освоение кустовой площадки предполагает выполнение следующих видов СМР: устройство фундаментов под оборудование; станок – качалку и установку дозирования реагентов (УДР); прокладка и гидравлические испытания технологического трубопровода;

устройство площадки обслуживания скважин, проводка электроснабжения, устройство автоматизации комплексной скважины и др. [1].

В статье предпринята попытка оценить перспективы данного сегмента строительного рынка, опираясь на теоретические основы проведения маркетинговых исследований [2,3].

В таблице представлены действующие месторождения на территории Удмуртской республики и их характеристики: год ввода в эксплуатацию (год), объем добычи с начала разработки месторождения, процент извлеченных запасов на 4 квартал 2015 г., количество скважин по сегментам. Исходя из таблицы, была построена круговая диаграмма соотношения месторождений по возрастной категории (рис. 1).

Таблица. **Месторождения УР, их характеристика**

Месторождение	Год ввода в эксплуатацию, год	Добыча нефти с начала разработки, тыс.т	Процент извлекаемых запасов, %	В эксплуатации	В консервации	В освоении	Требуют ремонта
Архангельское	1969	14349	95,6	37	2	0	0
Киенгопская площадь	1970	47630,177	61,9	428	59	0	-
Месторождение Чутырское	1972	53694,569	69,4	362	26	0	1
Месторождение Ю.Киенгопское	1973	10470,896	94,4	43	2	0	1
Месторождение Мишкинское	1973	36683,962	57,6	944	43	1	1
Месторождение Красногорское	1976	10679,996	58,6	191	50	0	1
Месторождение Ельниковское	1977	27856,144	62,5	348	26	0	1
Месторождение Лудошурское	1978	6335,293	85,7	48	0	0	1
Месторождение Гремихинское	1981	24233,525	75,5	549	37	0	-
Месторождение Ижевское	1981	3110,26	64,3	70	41	0	-
Месторождение Вст.Красногорское	1983	424,39	9,3	40	15	0	-
Месторождение Бегешкинское	1984	2988,144	90	41	64	0	-
Месторождение Тимеевское	1984	21,664	4,9	2	0	0	-
Месторождение Сундурско-Нязинское	1985	3933,94	71,1	105	8	0	-

Окончание таблицы

Месторождение	Год ввода в эксплуатацию, год	Добыча нефти с начала разработки, тыс.т	Процент извлекаемых запасов, %	В эксплуатации	В консервации	В освоении	Требуют ремонта
Месторождение Прик. Участок	1985	3373,581	69,4	52	6	0	-
Месторождение Лиственское	1986	10068,587	57,5	185	1	0	-
Месторождение Лозолюкско-Зуринское	1989	6602,162	73,1	168	8	0	1
Месторождение Мещеряковское	1989	1087,697	87,3	42	2	0	1
Месторождение Кезское	1990	4906,854	68,1	104	0	0	1
Месторождение Михайловское	1990	801,821	35,8	33	6	0	1
Месторождение Котовское	1990	5790,24	40,1	133	0	1	1
Есенейское месторождение	1994	2480,368	27	55	9	0	1
Месторождение Ончугинское	1995	1129,162	72,8	19	1	0	-
Месторождение Ломовское	1997	144,927	23,6	8	1	0	-
Месторождение Заборское	2000	117,814	14,1	5	0	0	-
Месторождение Карсовайское	2006	1448,262	10	110	0	1	1
Месторождение Шарканское	2014	21,359	2,5	11	1	1	1
Месторождение Логошурское	2014	19,807	0	1	0	0	1
Месторождение Южно-Люкское	2014	29,286	0	3	0	0	1
Итого		**282288,77**	**61,593**	**4194**	**409**	**4**	**17**

Из таблицы мы видим, что средний процент извлеченных запасов по всем месторождениям составляет 61,6%, существенная доля месторождений (30%) имеет высокий процент извлечения запасов, более 70%. Доля перспективных месторождений (процент извлечения менее 25%) также составляет 30%.

Как можно объяснить полученные данные? УР сравнительно небольшой и давно разведанный регион добычи нефти. За последний год было обустроено всего 3 месторождения, что составляет 10% от общего числа.

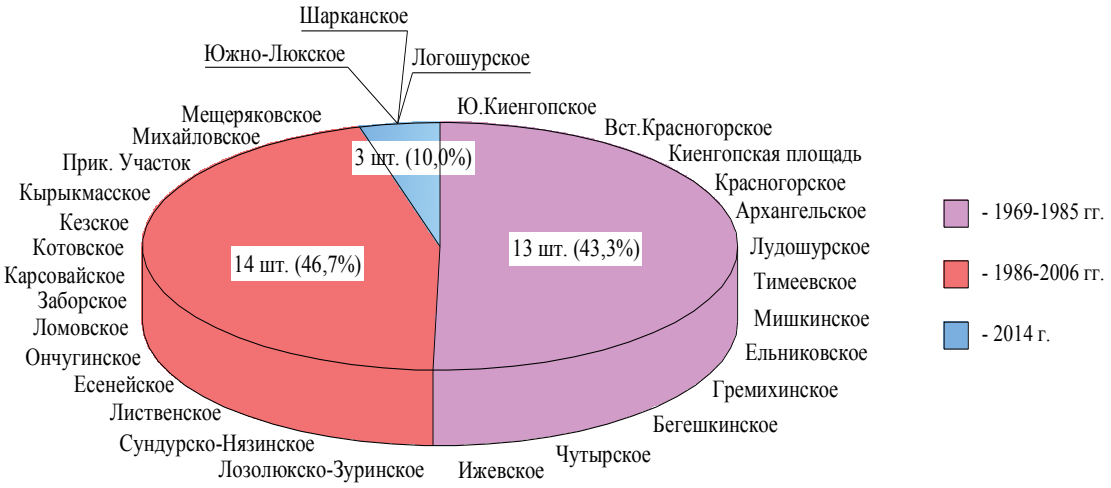


Рис. 1. Круговая диаграмма соотношения месторождений по возрасту

Структура месторождений УР по размеру представлена на рисунке 2. Более половины (53,3 %) приходится на небольшие месторождения с количеством скважин до 100 и объемом добычи до 3 млн тонн в год. Доля средних и крупных месторождения в сумме составляет менее 47 %. Это определяет специфику СМР по обустройству месторождений в УР: существенные транспортные расходы, небольшие объемы работ на объектах, удаленность месторождений от населенных пунктов и др.

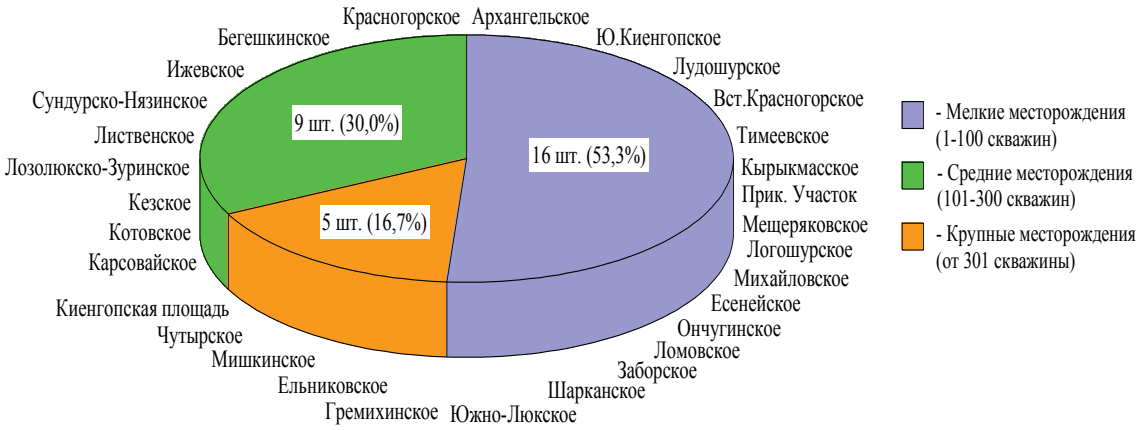


Рис. 2. Круговая диаграмма соотношения размеров месторождений, в зависимости от количества скважин

Важно для данного сегмента и состояние скважин. Ремонт трубопроводов и другого оборудования месторождений необходимо производить каждые 15 лет. Различают следующие виды скважин: скважины в эксплуатации, в консервации, в ликвидности / в ожидании ликвидности, в освоении и др. Для строительного рынка, с точки зрения потребности в строительно-монтажных или ремонтно-строительных работах, интерес представляют скважины в освоении, требующие ремонта, и в консервации. Структура скважин по состоянию представлена на рис. 4. Хотя доля скважин в освоении невелика, но потребность в

ремонтных работах существует и будет увеличиваться по мере эксплуатации месторождений.

Диаграмма позволяет убедиться в том, что на сегодняшний момент присутствует очень мало нефтяных скважин в освоении. Преобладающая часть скважин (95%) сейчас находятся в состоянии консервации. Организации, занимающиеся добычей нефти, уверяют, что расконсервация таких скважин нецелесообразна, так как это требует больших финансовых вложений. По планам, бурение новых скважин в УР возможно, но в какой промежуток времени, и какое количество – неизвестно.

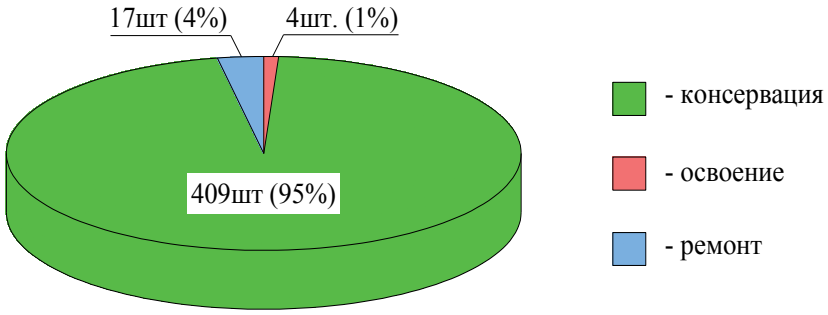


Рис. 3. Круговая диаграмма соотношения количества скважин по сегментам

Существенное влияние на данный сегмент рынка оказывают внешние факторы. Множатся факты, свидетельствующие в пользу дальнейшего падения цен на энергоносители: Иран полон решимости восстановить своё присутствие на мировых рынках; на очередном заседании ОПЕК оставила нормативы добычи неизменными. Это значит, что в ближайшее время ежедневная добыча нефти будет по-прежнему на несколько миллионов баррелей превышать спрос. [4]. Однако, спрос на нефть хотя и подвержен сезонным колебаниям, но неуклонно растет (рис. 4).

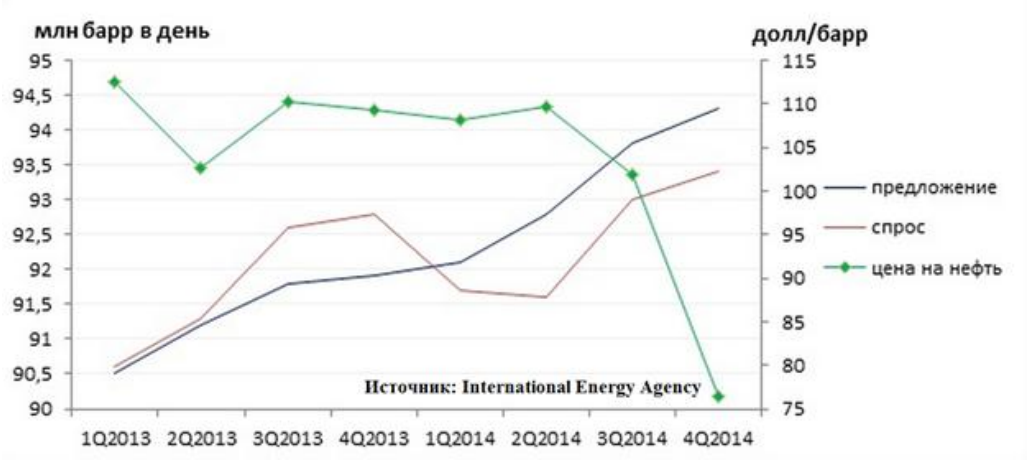


Рис. 4. График соотношения цены на нефть, спроса и предложения

Так как цена на нефть играет существенную роль на рынке обустройства нефтяных месторождений, то емкость рынка будет сокращаться, снизятся объемы работ по обустройству новых месторождений. Но возможен рост объемов работ по ремонту действующих скважин.

Рост конкуренции на рынке обустройства нефтяных месторождений УР маловероятен. Данный сегмент не привлекателен для новых компаний из-за сложностей с юридической точки зрения (получение лицензии на специальные виды работ), высоким ценовым порогом вхождения на рынок (обучение работников, приобретение специального оборудования) и наличием сложившихся деловых связей.

Список литературы

1. http://www.udmurtneft.ru/ (официальный сайт ОАО "Удмуртнефть")
2. *Галицкой, Е.Б.* Маркетинговые исследования : учебник для магистров / Е. Б. Галицкий, Е. Г. Галицкая – СПб.: Юрайт, 2012. – 540с.
3. *Иванова, И.Б.* Территориальный меркетинг: учеб.-метод. пособие по выполнению курсовой работы для магистрантов дневной и заочной форм обучения направления 08.04.01 «Строительство», программа «Управление проектами в строительстве» / И.Б. Иванова – СПб: ИжГТУ имени М.Т.Калашникова, 2015г. – 44с.
4. http://www.interfax.ru/business/490572 Электронный ресурс «Интерфакс. Раздел экономика».

Главатских О. Б., кандидат экономических наук, доцент, e-mail: ob901@ya.ru
Пестерева А.С., магистрант, e-mail: anko.petereva@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

Проблема трудоустройства молодежи

Аннотация: Уже на протяжении многих лет проблема трудоустройства молодежи остается актуальной, поэтому в данной статье проанализированы основные проблемы, которые связаны с трудоустройством выпускников, намечены пути решения данной проблемы. На данный момент, девушки и юноши, которые оканчивают высшие учебные заведения, начинают задумываться о своей дальнейшей судьбе. Не секрет, что многие из них в первое время могут остаться без работы (зачастую, данная проблема многим представителям молодежи знакома). Выпускники, в таком случае, находят работу не по специальности - для них теперь важна оплата их труда, а не использование теоретических знаний на практике. Таким образом, получается, что время, средства и усилия, потраченные на приобретение своей специальности, были ни к чему. Многим, безусловно, помогут полученные теоретические знания даже в той сфере, которая на данный момент никак не связана с профессией (на которую обучались те или иные работники, будучи студентами). Но факт того, молодые специали-

сты работают не по желаемой профессии, или, еще хуже, не могут трудоустроиться в принципе - накладывает особый отпечаток на данный жизненный этап.

Ключевые слова: рынок труда, молодые специалисты, трудоустройство, опыт работы, теоретические знания.

В современных условиях среди злободневных проблем все более актуальной становится проблема трудоустройства выпускников. Молодые специалисты, выходя на рынок труда после получения диплома о высшем образовании, сталкиваются с различными сложностями. Трудности, которые оказываются на пути многих молодых людей:

- трудоустройство по окончанию ВУЗа;
- ранние представления об оплате труда (по своей специальности) не совпадают с действительностью;
- планирование своей профессиональной карьеры.

Не секрет, что безработица среди молодежи в большинстве случаев зависит от активной миграции населения конкретной территории. Многие исследования позволяют утверждать то, что уровень безработицы молодых специалистов возрастает в среднем на 0,2 % вследствие повышения коэффициента миграции по прибывшим в регион на 1 %. Это, в конечном счете, отрицательно влияет на изменение числа зарегистрированных браков и разводов населения, повышает заболеваемость и смертность , что приводит к снижению экономического потенциала общества, а также приносит экономический ущерб от недостаточного производства продукции [3].

Если оглянуться «назад» то станет видно, что студенты, которые выпустились в 70-ых–80-ых годах XX века могли заранее спланировать свою карьеру, потому что у них не возникало никаких проблем с трудоустройством. По окончанию учебных заведений они были обеспечены местом работы.

Сегодня вопрос трудоустройства затрагивает многих девушек и юношей, для них данная проблема очень остра. Тяжелая обстановка на рынке труда заставляет понервничать современную молодежь. У них в голове возникает вопрос: «Каким образом можно применить свои навыки на практике после получения профессионального образования? Где же безграничные возможности, о которых мы так мечтали?».

Конкретная часть квалифицированной рабочей силы, к сожалению, остается безработной, поскольку не может использовать свои силы и знания, и, тем более, реализовать их на практике. Это и есть наиболее характерный факт для молодежного рынка труда. Но, вместе с тем, самыми конкурентоспособными следует признать тех, кто имеет диплом вуза или среднего специального учебного заведения. Что интересно, молодежь тяготеет к получению среднего или предпочтительно высшего образования, даже в условиях недостатка рабочих мест.

Большинство выпустившихся специалистов столкнулись с дефицитом трудности из-за отсутствия должного опыта, а, тем более, низкой заработной платы. Величина зарплаты – основной показатель удовлетворённости работой [1].

Наличие опыта работы и стажа работы является одним из существенных требований к кандидатам на замещение предлагаемых на рынке труда вакансий[4]. Тех выпускников, у кого нет опыта работы, весьма часто принимают в организацию неохотно. В итоге получается, что выпускники не имеют ни опыта работы, ни возможности получения такого опыта.

Другой вопрос в том, что молодые специалисты не могут устроиться на работу из-за половозрастных характеристик. Чаще всего случается то, что наиболее востребованным кандидатом при приеме на работу оказывается молодая женщина, которая не имеет детей.

В связи с вышесказанным делаем вывод о том, что число проблем при трудоустройстве молодежи достаточно велико для того, чтобы выпускник мог разочароваться в своих возможностях.

Анализ этой социальной категории и опора на присущие ей социальные ценности может значительно помочь в урегулировании не только проблемы профессионально-трудовой адаптации, а также вопросов, которые связаны с наркоманией, участием молодых людей в экстремистских группировках, молодежной преступностью, алкоголизмом и пр.

Какое значение имеет работа для студента? Выпускники ВУЗов стремятся:

- получить новые знания, ускоряющие процесс карьерного роста, и повысить квалификацию;
- приобрести практический профессиональный опыт;
- иметь возможность самостоятельно зарабатывать деньги, за счет использования на практике знаний, которые были получены в высшем учебном заведении [4].

Вопрос трудоустройства молодежи – это та проблема, которой следует уделить особое внимание. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что современная молодежь все чаще сталкивается с проблемой безработицы и трудоустройства, тем самым акцентируют, что это одна из самых актуальных проблем в современной России [2].

Рассмотрев проблемы трудоустройства молодежи, мы хотим выделить несколько путей решения данной проблемы:

- создание предприятий при учебных заведениях (возможность получения опыта и стажа, которые будут необходимы для их трудоустройства);
- ориентация выпускников школ на наиболее востребованные специальности;
- организация дней открытых дверей на предприятиях, проведение ярмарок по трудоустройству;
- предоставление университетом мест для прохождения практик студентов;
- открытие специализированных учебных заведений;
- предоставление университетом мест для прохождения практик студентов;

- заострить особое внимание на неперспективные в плане трудоустройства профессии.

Для реализации данных вопросов потребуются значительные средства, время, усилия. Если по максимуму использовать предложенные варианты, то проблема трудоустройства молодежи станет намного быстрее решаться. Разумеется, выполнить весь план в кротчайшие сроки не получится. Нужна тщательная подготовка и четко проработанный план по реализации поставленных задач. Этот механизм должен работать так, чтобы каждая «деталь», в конечном счете, смогла дать достойный результат.

В конечном итоге хочется сказать, что проблема трудоустройства молодых специалистов станет не так остра для нашей страны, если начать воплощать в жизнь хотя бы часть вышеизложенных путей разрешения этой проблемы.

Список литературы

1. *Молчаненко С.А.* Устойчивое развитие рекреационного сектора и локальных рынков туризма в регионе // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2015. – № 31. – С. 63-66.
2. *Екомасов В.В.* Проблемы трудоустройства молодых специалистов [Электронный ресурс] // Кадры предприятия.- 2012. № 3.- С. 400-410.
3. *Ткаченко А.В.* Проблема трудоустройства молодых специалистов [Электронный ресурс] // Оригинальные исследования.- 2011.- С. 336-338.
4. *Жданко Т.А.* Пути решения проблем трудоустройства выпускников [Электронный ресурс] //«Magister Dixit».– научно-педагогический журнал Восточной Сибири. 2011. № 1.- С. 201-209.

Касаткина Е.В., к.ф.-м.н., доцент, e-mail: e.v.trushkova@gmail.com
Мустакимова З.С., старший преподаватель
Соболев А.П., магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Учет интеллектуального капитала при моделировании экономической системы предприятия

Аннотация: В современных экономических условиях интеллектуальный капитал играет одну из ведущих ролей в эффективном функционировании предприятия и вносит в его развитие вклад сравнимый с такими производственными факторами как труд и капитал. Поэтому становится актуальной задача учета и оценки интеллектуального капитала предприятия. В статье представлена формулировка математической модели экономической системы предприятия, учитывающей фактор интеллектуального капитала. Для моделирования валового объема производства предприятия используется производственная функция, которая включает в себя три фактора: производственный капитал, трудовые ресурсы и интеллектуальный капитал предприятия. С использованием статистических данных Сарапульского электрогенераторного завода

выполнена идентификация параметров экономико-математической модели и на среднесрочную перспективу выполнен качественный прогноз развития предприятия.

Ключевые слова: интеллектуальный капитал, человеческий капитал, нематериальные активы, инвестиции, производственная функция.

В условиях информационного общества интеллектуальный капитал признается ведущим ресурсом, наличие и использование которого является основой деятельности любого экономического субъекта и влияет на его эффективное функционирование. Значимость данного фактора производства возрастает с каждым днем, поскольку в современном мире приоритет отдается интеллектуальной (творческой) деятельности индивидов. Основой общественного развития человечества признан «умственный запас», поэтому проблема воздействия интеллектуального капитала на результаты деятельности предприятия является весьма актуальной в настоящее время.

Интеллектуальный капитал – знания, навыки и производственный опыт конкретных людей, нематериальные активы, включающие патенты, базы данных, программное обеспечение, товарные знаки и др., которые производительно используются в целях максимизации прибыли и других экономических и технических результатов [1].

Интеллектуальный капитал включает три составляющие: человеческий, организационный и потребительский.

Человеческий капитал – это знания, творческий и интеллектуальный потенциал, личные качества, моральные ценности, умение и навыки, лидерство, культура труда, которые используются для получения дохода организацией либо индивидом.

Организационный капитал – технологии, процедуры, системы управления, культуру, техническое и программное обеспечение, патенты, организационные формы и структуры.

Потребительский капитал – система устойчивых связей и отношений с клиентами и потребителями.

Таким образом, интеллектуальный капитал в большей мере, чем физические активы или финансовый капитал становится устойчивым конкурентным преимуществом и является одним из основных факторов производства.

В процессе функционирования предприятие производит некоторый объем товаров и услуг, которые в стоимостном выражении можно представить валовым выпуском Y.

Валовый выпуск предприятия зависит от ряда производственных факторов, таких как основные фонды K, трудовые ресурсы L и интеллектуальный капитал H. Данную зависимость можно описать трехфакторной производственной функцией вида:

$$Y_t = A(K_t)^{\alpha}(L_t)^{\beta}(H_t)^{\gamma}, \quad (1)$$

где A – технологический коэффициент, α – коэффициент эластичности по капиталу, β – коэффициент эластичности по труду, γ – коэффициент эластичности

по интеллектуальному капиталу.

Будем полагать

$$\alpha + \beta + \gamma = 1. \tag{2}$$

Для моделирования динамики производственных фондов будем использовать экономико-математическую модель [2]:

$$\frac{dK(t)}{dt} = I(t) - \eta K(t),\ K(0) = K(t_0), \tag{3}$$

где $K(t)$ – основный производственные фонды; $I(t)$– инвестиции в основные производственные фонды; η – коэффициент выбытия основных производственных фондов.

Моделирование динамики инвестиций в ОПФ предприятия осуществляется с использованием регрессионного уравнения вида

$$I(t) = I_0 e^{\rho(t-t_0)} \tag{4}$$

где I_0 – инвестиции в ОПФ в начальный момент времени; ρ – темп роста инвестиций в ОПФ.

Аналогично моделируем численности работников предприятия и интеллектуальный капитал:

$$L(t) = L_0 e^{\nu_L(t-t_0)}, \tag{5}$$

$$H(t) = H_0 e^{\nu_H(t-t_0)}, \tag{6}$$

где L_0 – общая численность работников предприятия в начальный момент времени; ν_L – темп роста численности сотрудников; H_0 – интеллектуальный капитал предприятия в начальный момент времен; ν_H – темп роста интеллектуального капитала.

Выполним идентификацию параметров модели на основе статистических данных предприятия ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод» (СЭЗ). ОАО СЭЗ относится к электротехнической отрасли промышленности, продуктовая специализация – авиационное электрооборудование.

Для моделирования динамики развития предприятия для начала, необходимо смоделировать динамику основных производственных фондов, численность работников, интеллектуальный капитал предприятия.

На рис. 1 представлена динамика объемов инвестирования в основные фонды предприятия ОАО СЭЗ за период с 2008-2014 годы в текущих и постоянных ценах.

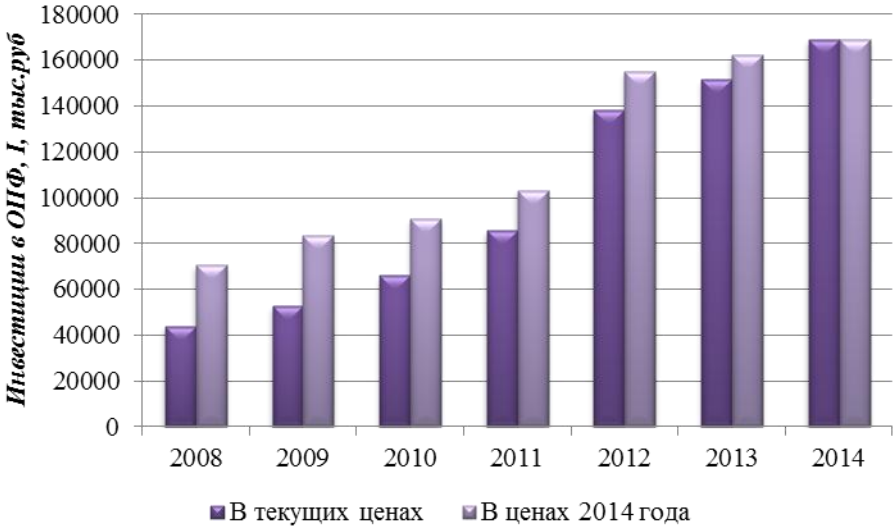


Рис. 1. Инвестиции в основные фонды предприятия ОАО СЭЗ

В результате идентификации параметра уравнения (4) с использованием данных приведенных на рисунке 1 установлено, что темп роста инвестиций в основные фонды предприятия ОАО СЭЗ равен 0,16.

На рис. 2 представлена динамика основных фондов предприятия ОАО СЭЗ за период с 2008-2014 годы, на основе которых рассчитано значение коэффициента выбытия производственных фондов предприятия: η=0,08.

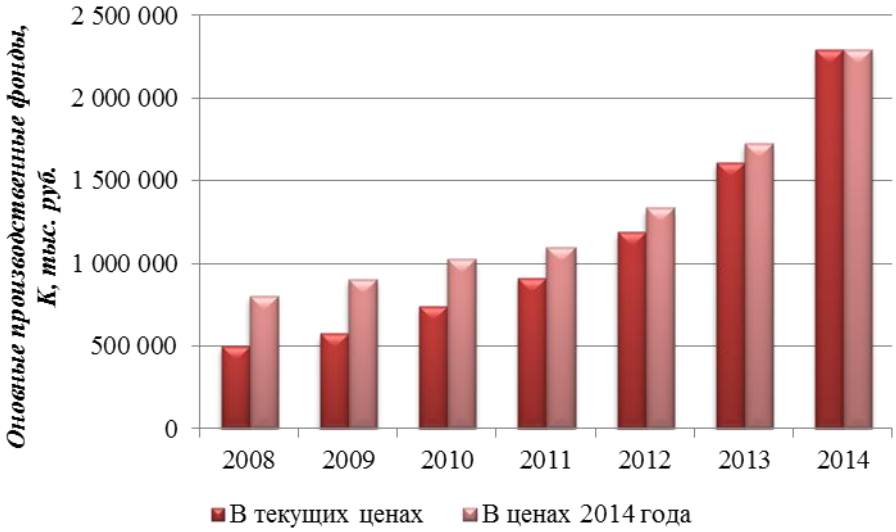


Рис. 2. Основные производственные фонды предприятия ОАО СЭЗ

Главной производительной силой предприятия ОАО СЭЗ является персонал компании. Именно люди, с их здоровьем и образованием, квалификацией, профессиональным опытом и культурой определяют производственные возможности предприятия.

Рассмотрим количественную составляющую персонала – численность работников на предприятии. Динамика среднесписочной численности работников предприятия за период 2008-2014 представлена на рис. 1. Наибольшая численность работников предприятия была в 2011 году и составила 4041чел.,

наименьшая – в 2009 году (3769 чел.). Согласно рис. 1, можно сделать вывод о том, что в целом за период численность работников на предприятии практически не изменилась.

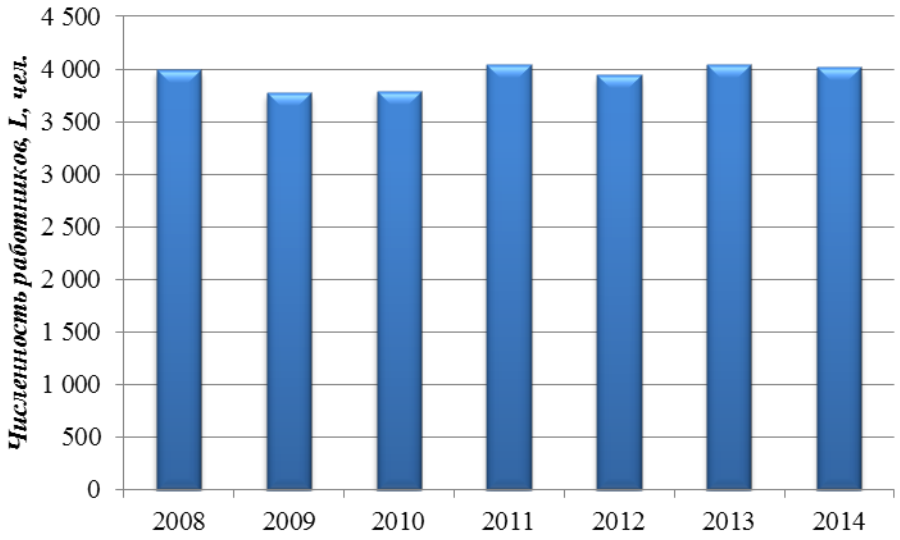


Рис. 3. Среднесписочная численность работников предприятия ОАО СЭЗ

В результате идентификации параметра уравнения (5) с использованием данных приведенных на рис. 3 установлено, что темп роста работников предприятия ОАО СЭЗ равен $\nu_L = 0{,}0071$.

В качестве фактора интеллектуального капитала H будем понимать его оценку, полученную на основе затратного метода, основанного на учете всех инвестиций в интеллектуальный капитал [3]. Для предприятия ОАО СЭЗ рассматривались затраты на подготовку, переподготовку, повышение квалификации работников предприятия; затраты на НИОКР и НМА. Динамика интеллектуального капитала представлена на рис. 4. В результате статистической обработки данных было получено: $\nu_H = 0{,}19$.

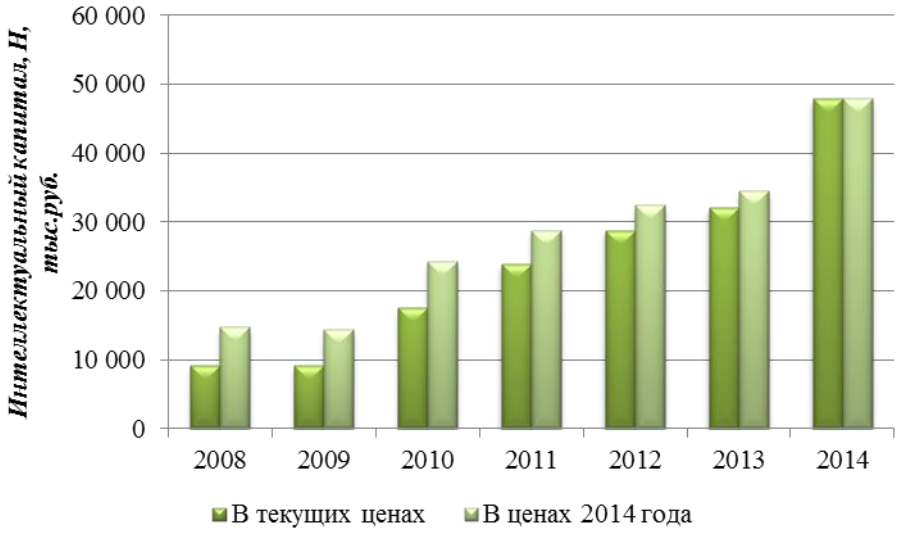


Рис. 4. Интеллектуальный капитал предприятия ОАО СЭЗ

На рис. 5 представлена динамика валового объема производства ОАО «СЭГЗ» за период 2008-2014 гг.

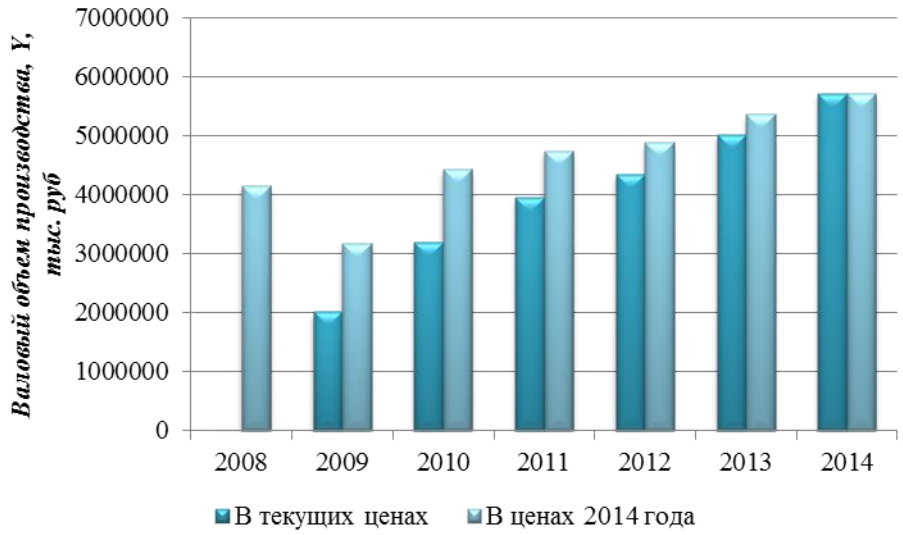


Рис. 5. Валовой объема производства ОАО СЭГЗ за период 2008-2014 гг.

На основе исходных статистических данных в сопоставимых ценах, приведенных на рис. 2-4, идентифицированы коэффициенты производственной функции (1):

$$Y_t = 212(K_t)^{0,25}(L_t)^{0,61}(H_t)^{0,14}. \quad (7)$$

Коэффициент детерминации уравнения (7) составил 99 %, статистика Фишера 98,5, что больше критического значения равного 5,79. Следовательно, полученной уравнение производственной функции для предприятия ОАО СЭЗ является статистически адекватным и может использоваться для прогнозирования.

Для каждого моделируемого показателя рассчитывалась относительное отклонение ζ расчетных значений от статистических значений за период 2008-2014 годы (значения приведены в таблице 1) по формуле:

$$\zeta = \frac{1}{n}\sum\left|\frac{X_t - \tilde{X}_t}{X_t}\right|, \quad (8)$$

где X_t – статистические значения показателя; $\tilde{X}_t$ – расчетное значения показателя; n – количество наблюдений.

Таблица 1. **Относительные отклонения**

Показатель	***I***	***K***	***L***	***H***	***Y***
ζ , %	0,12	0,08	0,028	0,12	0,06

Достаточно маленькие значения относительных отклонений по всем показателям свидетельствуют о высокой точности экономико-математической модели (1)-(6).

На рис. 6 представлена динамика валового объема производства в ценах 2014 года и его прогнозные значения до 2017 года включительно, рассчитанные по модели (7).

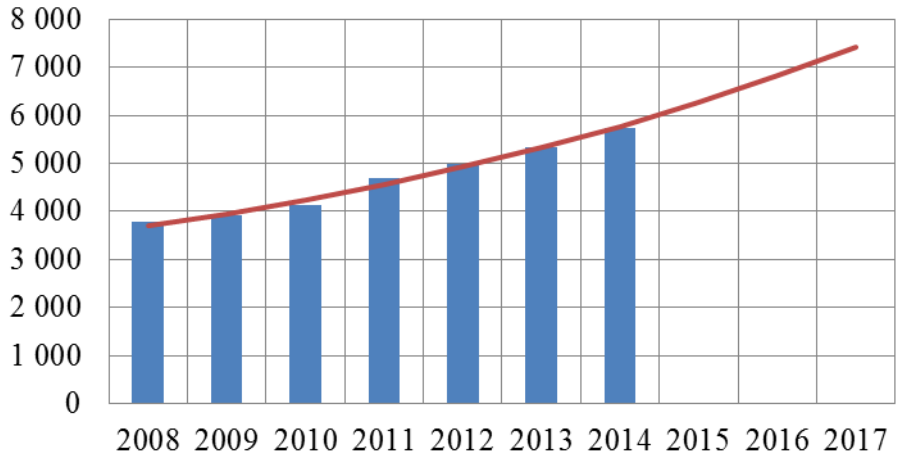


Рисунок 6. Валовый объем производства предприятия в ценах 2014 года

В таблице 2 представлены цепные темпы изменения величины валового объема производства, рассчитанные в процентах к предыдущему году.

Таблица 2. **Цепные темпы изменения валового объема производства, %**

Год	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
Темп изменения, в % к пред. году	7,78	7,78	7,79	7,77	7,78	7,78	7,78	7,79	7,79

Таким образом, согласно сформулированной математической модели экономической системы предприятия ОАО «Сарапульский электрогенераторный завод», учитывающей динамику интеллектуального капитала, при увеличение производственных фондов предприятия на 1 % выпуск продукции увеличится на 0,25 %; при увеличение численности работников на 1 % выпуск продукции увеличится на 0,61 %, а при увеличение затрат на интеллектуальный капитал на 1 % выпуск продукции увеличится на 0,14 %.

При помощи расчетных прогнозных значений факторов производства, был построен прогноз валового объема производства предприятия ОАО СЭЗ на краткосрочный период, который показал, что его величина с учетом имеющихся тенденций будет расти в среднем на 7,8% в год и в 2017 составит 7 187 279 тыс. руб. в ценах 2014 года.

Список литературы

1. *Стюарт Т.А.* Интеллектуальный капитал. Новый источник богатства организаций. Пер. с англ. В. А. Ноздриной - Москва: Поколение – 2007. – 366 с.
2. *Кетова К.В., Касаткина Е.В., Вавилова Д.Д.* Системный анализ деятельности предприятия и оптимальное управление его производственными факторами // Актуальные вопросы менеджмента современной организации – 2015. – Ижевск: ИННОВА, 2015. – С. 90-96.
3. *Чигоряев К.Н.* Оценка стоимости человеческого капитала на основе произведенных затрат // Известия Томского политехнического университета. – Томск: ТПУ, 2008. - № 6. – С. 54 – 56.

Лифанов И.П., инженер-технолог,
e-mail: lifanov.16@mail.ru

ПАО «Туполев», г. Москва

Реструктуризация научно-производственного предприятия с целью внедрения поточного метода производства

Аннотация: Рассматриваются проблемы модернизации научно-производственных предприятий машиностроительной отрасли с целью практического изучения проблемы, развития теоретических и методических положений по организационному обеспечению, а также инструментария перевода опытного производства на поточное.

Ключевые слова: военно-промышленный комплекс; научно-производственное предприятие; модернизация; поточное производство.

Утвержденные Президентом страны 07 июля 2011 года «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники Российской Федерации» определяют в качестве таковых перспективные виды вооружения, военной и специальной техники, транспортные и космические системы и т.д. [1].

На сегодняшний день особое внимание в машиностроении уделяется разработке новых серийных образцов военной техники, что имеет важное стратегическое значение для укрепления обороноспособности страны.

Потеря связей с заводами-изготовителями, увеличение госзаказов на военную технику выдвигают повышенные требования к организации производственных процессов на уцелевших предприятиях военно-промышленного комплекса (ВПК).

В советское время особое место в цепочке кооперации ВПК занимали научно-производственные предприятия (НПП), которые осуществляли реализацию прогрессивных технологий в опытных образцах с целью дальнейшего внедрения технологии на серийных заводах. Раздельная приватизация органи-

заций и предприятий ВПК, потеря заказов на серийных предприятиях сделало их самостоятельное существование более чем проблематичным.

Важнейшим стратегическим решением, продиктованным рынком, явилось решение о налаживании НПП самостоятельного производства продукции, как военного, так и гражданского назначения. Однако их производственные возможности ограничивались потребностью сборки первых опытных экземпляров, предназначенных для проведения цикла заводских испытаний и дальнейшей доводки. Для выпуска конкурентоспособной продукции необходимо организовать поточное производство.

Проблемы предприятий машиностроительной отрасли исследованы недостаточно. В частности, не разработан механизм модернизации. Объективная необходимость и сложность исследования требуют научного обоснования приоритетов, рычагов, инструментов для построения прогрессивной системы управления и реализации механизма модернизации предприятия.

С целью практического изучения проблемы модернизации НПП и развития теоретических и методических положений по организационному обеспечению перевода опытного производства на поточное проведено эмпирическое исследование деятельности АО «НПП «Старт» им. А.И. Яскина» с применением методов анализа документов и экспертного интервью.

Рассматриваемое предприятие является одним из ведущих в отрасли оборонной промышленности страны. Портфель заказов «Старта» распланирован до 2020 года, но реализация этого возможно при условии перевода производства части продукции на поточный метод сборки. Повышение спроса на продукцию предприятия требуют выделения актуального направления по организационному обеспечению управления и технологической подготовки производства для последующего серийного выпуска уже освоенной и разработки новой продукции.

На основании проведенного исследования был сделан общий вывод о необходимости разработки плана модернизации предприятия. В первую очередь, при реализации проекта, необходимо внедрение методов поточного производства. С этой целью рекомендуется провести ряд мероприятий:

1. Увеличить мощности производства за счет расширения площадей, что осложняется нежеланием собственников останавливать производство. К тому же требуется уложиться в максимально сжатые сроки, при этом экономя материалы и трудозатраты.

2. Обновление парка применяемого универсального оборудования наряду с внедрением специализированного, способствующего снижению затрат времени на переналадку оборудования, уменьшению длительности производственного цикла, сокращению размеров станочного парка и т.п., что в конечном счете обеспечивает повышение производительности труда и показателей экономической эффективности.

3. Внедрение поточных методов производства с глубоким расчленением производственного процесса на операции узкой специализации рабочих мест.

4. Работа с персоналом, как с целью уменьшения демографической «ямы» между опытными пожилыми специалистами и молодыми кадрами, так и вос-

полнения разрыва уровня компетентности сотрудников техническому уровню; определение четкой специализации рабочих мест на выполнении определенных операций.

В первую очередь, необходимо внедрять организационные мероприятия, дающие положительный эффект и не требующие значительных капитальных вложений. Практическая значимость исследования заключается в развитии теоретических и методических положений по организационному обеспечению перевода опытного производства на поточное.

Таким образом, на основе проведенного анализа теоретико-методологических аспектов модернизацию машиностроительного предприятия предлагается рассматривать в виде взаимосвязанных процессов, реализующихся посредством решения последовательных оптимизационных задач.

Мировая практика показывает, что крупные компании готовы закупать то, что нужно в производственной цепочке. От прототипа же до серийного изделия дистанция огромного размера: испытания, доводка, создание технологической документации, освоение, запуск в серию, сертификация, это деятельность ранее и возлагалась на НПП.

Вместе с тем, действующие в настоящее время на рынке высоких технологий инновационные компании, готовы в лучшем случае предложить корпорациям прототип изделия. Так, в крупнейшем акселераторе технологических стартапов GenerationS из 141 компании, попавших в акселерацию, большинство находилось именно на стадии прототипа [2].

Вышеизложенное говорит о том, что модернизация – процесс комплексный и невозможен без качественных исследований предприятия и принятия на основе этих исследований правильных управленческих решений с целью развития организации в рыночных условиях.

Список литературы

1. Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий РФ: Указ Президента РФ от 07 июля 2011г. № 899 // Электронный портал Президента России. – Режим доступа: http://graph.document.kremlin.ru/page.aspx?1563800 (дата обращения 15.09.2014).
2. *Костеев В.* Принуждение к инновациям: почему корпорациям пока не нужны изобретатели // Электронный портал РБК. 10.12.2015. – Режим доступа: http://rbc.ru/opinions/business/09/12/2015/5667c3a09a7947487853e174 (дата обращения 11.12.2015).

Ломаева И.Ю., магистрант, e-mail: ya.lom523@ya.ru;
Севрюгин Ю.В., к.э.н., доцент кафедры «Финансы и кредит»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Сущность и процесс финансового планирования на предприятии

Аннотация: В условиях кризиса проблема совершенствования финансового планирования имеет большое значение для предприятия. Финансовое планирование позволяет в полной мере учитывать влияние изменений внешней среды, разрабатывать программы противодействия негативным факторам и программы альтернативных стратегий в случае наступления определенных рисков. С помощью детально разработанных планов, руководитель может эффективно управлять хозяйственной деятельностью предприятия. Статья посвящена теоретическим аспектам финансового планирования. Показаны процесс, инфраструктура и значение финансового планирования.

Ключевые слова: финансовое планирование, план, сущность, процесс.

В условиях кризиса проблема совершенствования финансового планирования имеет большое значение для предприятия, так как с помощью детально разработанных планов, основанных на реальных фактах хозяйственной деятельности предприятия, анализа деятельности в предыдущих годах, руководитель сможет эффективно управлять хозяйственной деятельностью предприятия. Финансовое планирование позволяет в полной мере учитывать влияние изменений внешней среды, разрабатывать программы противодействия негативным факторам и программы использования благоприятных возможностей для предприятия, а также программы альтернативных стратегий в случае наступления определенных рисков. Все это делается для минимизации негативных факторов и максимального использования благоприятных обстоятельств. Поэтому проблема совершенствования финансового планирования на предприятии, на наш взгляд, является актуальной проблемой.

В условиях активной конкуренции и сложной внешней среды эффективное управление компанией возможно только благодаря использованию планов хозяйственной деятельности на основе системы планирования на предприятии**.** Планы ориентируют работу всех подразделений и отделов предприятия на совместную целенаправленную работу для достижения поставленной перед предприятием цели.

Рассмотрим существующие подходы к определению финансового планирования с точки зрения различных авторов.

1. По мнению профессора Лихачевой О.Н. финансовое планирование - это процесс анализа финансовой и инвестиционной политики, прогнозирование их результатов и воздействия на экономическое окружение предприятия; процесс принятия решений о допустимом уровне риска и выборе окончательных вариантов финансовых планов [1].

2. По мнению Ревинского И.А. и Романовой Л.С. финансовое планирование представляет собой процесс разработки мер по обеспечению организации необходимыми ресурсами, повышению эффективности ее деятельности в будущем [2].

3. Балабанов А.И.и Балабанов И.Т. рассматривают категорию финансового планирования как процесс выработки плановых заданий, составления графика их выполнения, разработку финансовых планов и финансовых программ (финансовое прогнозирование), обеспечение их необходимыми ресурсами и рабочей силой, контроль за их исполнением [3].

4. Павлова Л.Н. считает, что Финансовое планирование это не что иное, как планирование финансовых ресурсов и фондов денежных средств [4].

5. По мнению Лапуста М.Г. и Никольского П.С., финансовое планирование - процесс разработки системы финансовых планов по отдельным аспектам финансовой деятельности, обеспечивающих реализацию финансовой стратегии предприятия в предстоящем периоде [5].

Обобщив все вышесказанное, можно резюмировать, что финансовое планирование представляет собой процесс разработки и контроля системы финансовых планов, охватывающий все стороны деятельности предприятия и обеспечивающий реализацию финансовой стратегии и тактики на определенный период времени. Финансовое планирование представляет собой процесс прогнозирования финансовых результатов и (в широком смысле) финансового состояния деятельности предприятия на основе анализа финансовой и инвестиционной политики. Финансовый план предприятия - это документ, отражающий объём поступления и расходования денежных средств, фиксирующий баланс доходов и поступлений, с одной стороны, и расходов предприятия с другой стороны.

Процесс финансового планирования можно разбить на 4 этапа:

1. Разработка системы прогнозных вариантов финансовых планов для разных вариантов развития предприятия.

2. Определение потребности предприятия в финансовых ресурсах.

3. Прогнозирование структуры источников финансирования.

4. Разработка процедур внесения изменений в планы в том случае, если реальные экономические условия отличаются от тех прогнозов, на которых был основан план.

Инфраструктура финансового планирования включает в себя следующие блоки:

1. Аналитический блок: анализ деятельности за отчётный период

2. Информационный блок: информация по данным бухгалтерского управленческого и финансового учёта, статистическая информация, экономическая информация и др.

3. Организационный блок: Функции структурных подразделений, осуществляющих финансовое планирование и выполнение фин.планов, регламент их взаимодействия и система ответственности.

4. Программно-вычислительный блок: программное обеспечение и техническое оснащение.

Значение финансового планирования заключается в следующем:

– намеченные стратегические цели предприятия преломляются в финансово-экономических показателях – объеме реализации, себестоимости, прибыли, инвестициях, денежных потоках и др.;

– устанавливаются стандарты для упорядочения финансовой информации в виде финансовых планов и отчетов об их исполнении;

– определяются приемлемые объемы финансовых ресурсов, необходимые для реализации долгосрочных и оперативных планов предприятия;

– оперативные финансовые планы создают базу для разработки и корректировки общефирменной финансовой стратегии.

Финансовое планирование охватывает важнейшие стороны финансово хозяйственной деятельности предприятия, обеспечивает необходимый контроль за образованием и использованием материальных, трудовых и денежных ресурсов, создает условия для укрепления финансового состояния предприятия.

Рассмотрев сущность финансового планирования, процесс и его инфраструктуру, можно сказать о том, что финансовый план является на сегодняшний день одним из ключевых инструментов управления предприятием, обеспечивающим взаимосвязь стратегии компании с краткосрочными задачами отдельных подразделений.

Список литературы

1. *Лихачева О.Н.* Финансовое планирование на предприятии: Учеб. пособие. – М.: ООО «ТК Велби», 2014.
2. *Ревинский И.А., Романова Л.С.* Поведение фирмы на рынке услуг. – Новосибирск, 2011. –с. 78.
3. *Балабанов И.Т., Балабанов А.И.* Экономика. Учебное пособие. – М.: Финансы и статистика, 2013. - 176 с.
4. Финансовый менеджмент - Павлова Л.Н. – 2003. Издательство «ЮНИТИ-ДАНА».
5. *Лапуста М.Г., Никольский П.С.* Современный финансово-кредитный словарь. - М.: ИНФРА-М, 2010.

Маликова Д.М., к.э.н., доцент, e-mail: dil-ma@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Прикладной технологический инструментарий «Бережливого производства» на промышленном предприятии

Аннотация: В статье раскрыты особенности концепции «Бережливого производства» в машиностроительном комплексе. Рассмотрены основные направления технологической унификации и стандартизации на принципах бережливого произ-

водства. Представлены направления конструкторской унификации и их экономическая эффективность в производственном процессе на промышленном предприятии.

Ключевые слова: бережливое производство, производственный процесс, стандартизация, унификация, промышленность.

В последние годы в России существенно возрос интерес к вопросам менеджмента машиностроительного комплекса, преобразованиям организационных структур компаний. К сожалению, этот интерес проявился лишь в последнее время. В мировой практике было создано множество новых концепций и методов менеджмента машиностроительного комплекса: реинжиниринг бизнес-процессов (BPR), всеобщее Управление Качеством (TQM), сбалансированная система показателей (BSC), статистическое управление процессами (SPC), Концепция «Бережливое Производство», «Пять S», «Шесть сигм» и многое другое. К сожалению, страны постсоветского пространства не имеют своих разработок в этой отрасли. Нет традиций, школ, опыта предшественников, нет налаженных систем управления промышленными предприятиями.

Концепция «Бережливое Производство» (Lean Thinking and Manufacturing) занимает одно из наиболее видных мест среди современных предложений по менеджменту машиностроительного комплекса. Однако культура производства в нашей стране в целом очень далека от понятия «бережливость». Об этом может свидетельствовать то, что стружка хранится в цехах, а заготовки металла – на открытом воздухе; заборы строятся из натурального дерева, а мебель – из опилок; один цех находится в нескольких километрах от другого. Найти разумное объяснение этому невозможно. Конкурентное преимущество российских предприятий машиностроительного комплекса может быть обеспечено только высоким качеством и низкими издержками [1].

Для того чтобы машиностроение страны могло преодолеть негативное влияние внешних факторов, особенно кризисные тенденции, необходим детальный анализ существующих теоретико-методологических подходов к управлению предприятием, а также разработка новых подходов к организации производства и исключение всех виды потерь, с которыми сталкиваются предприятия машиностроительного комплекса. При этом нужна необходимость интегрированного подхода, включающего качество и концепцию, методы и инструменты бережливого производства. Исходя из проблематики функционирования российских предприятий промышленности, специалисты в области менеджмента качества считают, что освоение концепции «Бережливого производства» и применение ее методов является чрезвычайно важным фактором для улучшения деятельности всех звеньев производственной системы машиностроительного комплекса [2].

Типовые конструкторские решения, такие как, унификация и стандартизация на принципах бережливого производства являются эффективными способами, позволяющими повысить качество изделий, уменьшить трудоемкость подготовки производства, а также трудоемкость и себестоимость самих изделий.

При унификации и стандартизации конструкций изделий в производственном процессе существенно снижаются время и затраты на подготовку производства. Конструкторская унификация — это комплекс мероприятий, обеспечивающих устранение необоснованного многообразия типов и конструкций изделий, форм и размеров деталей и заготовок, профилей и марок материалов. Этим создаются условия для использования преимуществ специализированного производства повторяющихся изделий и их элементов. Унификация является базой агрегирования, то есть создания изделий путем их компоновки из ограниченного числа унифицированных элементов, и конструкционной преемственности, то есть применения в конструкции нового изделия уже освоенных в производстве сборочных единиц и деталей.

Стандартизацией на принципах бережливого производства можно определить, как установление и применение правил с целью упорядочения деятельности в определенной области на пользу и при участии всех заинтересованных сторон, в частности для достижения всеобщей оптимальной экономии при соблюдении условий эксплуатации (использования) и требований безопасности.

Главным направлением конструкторской унификации является сокращение номенклатуры изделий и их элементов, имеющих одинаковое или сходное эксплуатационное назначение. Данное направление реализуется в первую очередь путем создания на основе предпочтительных чисел параметрических рядов (гамм) изделий. Каждый ряд представляет собой совокупность изделий, аналогичных по своей кинематике, рабочему процессу, но различных по габаритным, мощностным или другим основным эксплуатационным параметрам (грузоподъемность грузового автомобиля или крана, рабочий объем двигателя, производительность компрессора и др.). Параметрические ряды формируют в каждой отрасли перспективный типаж изделий, что весьма ограничивает их возможную номенклатуру.

Благодаря внутрисемейственной унификации в пределах параметрического ряда на основе принципов агрегатирования возможно создать необходимое количество моделей за счет небольшого числа типоразмеров сборочных единиц. Параметрический ряд, как и пределы внутрисемейственной унификации, определяется с помощью технико-экономического анализа, в частности исследованием потерь, возникающих в процессе производства, а также снижения себестоимости с увеличением объема выпуска в связи с унификацией.

Также важным направлением является сокращение номенклатуры сборочных единиц и деталей за счет унификации и стандартизации последних. Технолог в своей работе обязан широко использовать имеющиеся альбомы стандартов предприятия, исследовать возможности унификации конструкций и конструкционной преемственности. С этой целью на предприятиях и в проектных организациях в соответствии с новыми ГОСТами, отвечающими развитию современных сложных процессов производства, должен вводится нормоконтроль, которому будет подлежать вся конструкторская документация. Виза нормоконтролера обязательна на всей конструкторской документации

до ее утверждения руководителем организации или предприятия.

Третьим направлением является стандартизация форм и поверхностей нестандартизованных деталей — диаметров валов и отверстий, профилей резьб, радиусов скруглений и других конструкционных элементов, позволяющая использовать стандартный инструмент и существенно сокращать сроки, стоимость технологической подготовки и освоения производства. Сокращение числа марок и сортамента материалов, применение стандартных профилей приводит к сокращению складских запасов и улучшению материально-технического снабжения. Унификация заготовок (изготовление близких по конфигурации деталей из одинаковых заготовок) позволяет применить высокопроизводительные технологические процессы в заготовительных цехах и существенно сократить длительность производственного цикла.

Степень унификации и стандартизации деталей при реализации подхода основанного на принципах бережливого производства может быть охарактеризована следующими основными показателями.

Коэффициент унификации изделия

$$K_{УН} = \frac{N_{УУ}}{N_0} \quad (1)$$

где $N_{УУ}$ — номенклатура унифицированных деталей.

Коэффициент стандартизации

$$K_{УН} = \frac{N_Z}{N_0} \quad (2)$$

где N_Z — номенклатура типоразмеров стандартных деталей в изделии.

N_0 — номенклатура типоразмеров деталей в изделии [3].

В целях повышения экономичности производства, повышения технического уровня и качества изделий стандарты и технические условия должны периодически обновляться.

По оценкам экспертов, применение стандартизации в рамках бережливого производства дает снижение себестоимости продукции машиностроения на 10–20%, а затраты на содержание заводской службы стандартизации составляют всего порядка 0,5% стоимости продукции.

Если работы по стандартизации на конкретном предприятии непосредственно направлены на повышение качества продукции, то затраты на их проведение первоначально выше ожидаемых результатов. Однако в дальнейшем на продукцию повышенного качества растет спрос потребителей и она может быть реализована по значительно большим ценам. В связи с этим, рост объемов поступлений от продаж может компенсировать не только дополнительные затраты предприятия по улучшению качества, но и обеспечить в будущем более высокую прибыль по сравнению с той, которую давала продукция, выпускавшаяся ранее.

Если проводимые на предприятии работы по стандартизации не меняют качество выпускаемой продукции, то затраты на их проведение непосредствен-

но перекрываются получаемой в рамках предприятия экономией сырья, материалов, времени, трудовых и финансовых ресурсов.

Умелое использование возможностей стандартизации на принципах бережливого производства руководителями предприятий может послужить хорошей предпосылкой для создания на них более эффективных систем управления производственным процессом.

Список литературы

1. *Маликова Д.М., Тимшина Н.В.* Роль и значение логистики в производственной системе промышленных предприятий// Проблемы региональной экономики: межтерриториальный научно-производственный журнал. Выпуск №1-2. Ижевск, 2016. – с. 137-148.
2. *Маликова Д.М.* Теоретические основы развития регионального машиностроительного комплекса. Екатеринбург, 2016 (Препр. ФГБУ ИЭ УрО РАН).
3. *Разумов И.М.* Организация, планирование и управление предприятиям машиностроения. М.: Машиностроение. 1998 – 544 с.

Мушакова М.С., магистрант; e-mail: masha.mushakova@mail.ru;
Тарануха Н.Л., д.э.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ эффективности консалтинга на предприятиях в современных условиях

Аннотация: в данной статье рассмотрена классификация современных антикризисных стратегий на предприятиях, представлен анализ эффективности консалтинговых услуг.

Ключевые слова: кризис, антикризисные стратегии, консалтинг, эффективность.

Современный экономический кризис, по своей сути является не повторимым – он охватывает все мировое общество и считается 1-м кризисом, обрушившийся в эпоху глобализации.

Современное кризисное положение отличается от положения, складывающееся во время кризиса конца 90-х годов XX века, инвариантностью (кризис охватывает все мировое сообщество на мировом уровне) и значительно большей неопределенностью. Велик и разнонаправлен разброс оценок общих тенденций и базовых индикаторов, к которым относят прогноз роста или изменения курса валют относительно доллара, эффективность вложений в сырьевые ресурсы, безопасные сферы или места размещения капитала и т.д. Большая часть квалификационных специалистов оценивают макроэкономическое положение как непредвиденное и непредсказуемое. Однако неповторимость кризиса и неясность его последствий заставляют руководство предприятий вынуждено

непрерывно перестраивать корпоративную стратегию и тактику, искать новые инновационные антикризисные мероприятия.

Сегодня каждый руководитель предприятия, стремясь сохранить свою конкурентоспособность в сложившихся условиях кризиса, вынужден вырабатывать стратегию «кризисного поведения». В зависимости от условий кризиса такие стратегии могут быть различны, так как они на прямую зависят от субъективной оценки макроэкономической ситуации. Каждый экономический субъект разрабатывает свою определенную антикризисную концепцию и предпринимает действия в соответствии с ее условиями. Выбранная стратегия обусловливает предсказуемость поведения организации, позволяет зафиксировать и затем устранить возможную неадекватность действий в изменяющихся условиях.

Проанализировав ранее опубликованную литературу, можно отметить следующую общую классификацию антикризисных стратегий управления предприятиями, представленную на рис.1:

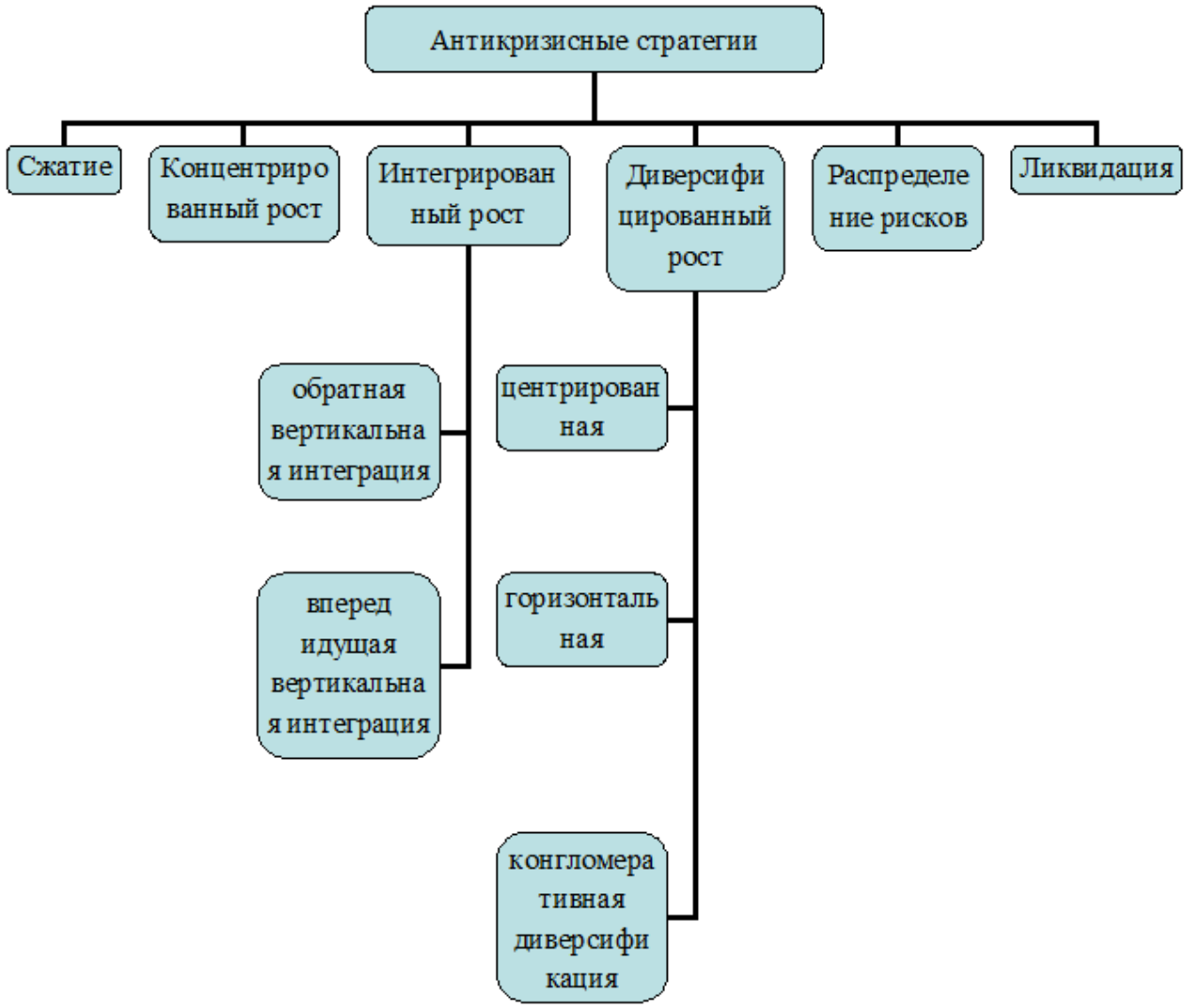


Рис. 1. Антикризисные стратегии на предприятии

Рассмотрим подробнее каждую из вышеперечисленных стратегий.

1. Стратегия «Сжатия». Данная стратегия представляет собой максимальное сокращение бизнеса с целью сохранения тех ресурсов, которые в после кризисный период смогут «распрямиться как пружина и вытолкнуть предприятие вперед.

2. Стратегия «Концентрированного роста». Данная стратегия включает в себя несколько антикризисных мер:

- усиление позиций на рынке, при которых руководство предприятий стремится к тому, чтобы с выпускаемым продуктом на конкретном рынке завоевать более выгодные позиции. Данный тип антикризисных мер включает в себя совершенствование существующих продуктов, внедрение новой технологии и т.д.;

- развитие рынка, заключающееся в расширении масштабов деятельности (поиск новых, не освоенных рынков для выпускаемой продукции);

- развитие выпускаемых продуктов, предполагающее решение задачи роста за счет производства новых продуктов, которые будут реализовываться на уже освоенном фирмой рынке.

3. Стратегия «Интегрированного роста». При данной стратегии экономический рост обеспечивается за счет создания новой производственной структуры, а так же приобретения собственности.

В современной науке выделяют два главных типа стратегии интегрированного роста:

- «обратной вертикальной интеграции»;

- «вперед идущей вертикальной интеграции»;

В первом случае стратегия направлена на развитие экономического субъекта за счет усиления контроля над поставщиками либо же их приобретения. Руководство фирмы приобретает компании осуществляющие снабжение либо создает дочерние структуры, осуществляющие поставки. В связи с тем, что уменьшается зависимость от динамики изменения цен на комплектующие и запросы поставщиков, реализация данной стратегии может дать фирме благоприятные результаты. Более того, в случае обратной вертикали, поставки как центр расходов могут превратиться в центр доходов;

В случае вперед идущей вертикальной интеграции рост фирмы предполагается осуществить за счет усиления контроля либо же приобретения структур, находящихся между предприятием и конечным потребителем.

4. Стратегия «Диверсифицированного роста». Она реализуется при отсутствии возможности дальнейшего развития выпускаемой продукции на занимаемом рынке в рамках данной отрасли. Данную стратегию можно разделить на три типа: центрированная, горизонтальная и конгломеративная диверсификация.

1) Центрированная диверсификация. Данный тип стратегии основывается «на поиске и дальнейшем использовании дополнительных возможностей производства новых продуктов, которые заключены в существующем бизнесе». То есть новые производства возникают опираясь на те возможности, которые заключены в уже освоенном рынке, используемых технологиях либо же в другой

сильной стороне функционирования предприятия, но существующее остается в центре бизнеса. Такой возможностью, например, может стать возможность используемых специализированных систем распределения;

2) Горизонтальная диверсификация. Данный тип стратегии предполагает поиск возможностей роста на существующем рынке за счет новых продукций, требующих новых технологий, отличных от используемых. При данной стратегии предприятие должно ориентироваться на производство такого технологически не связанного с уже призводимыми продукта, которое бы использовало уже имеющиеся возможности предприятия, например в области поставок.

3) Конгломеративная диверсификация. Она состоит в том, что предприятие расширяется за счет производства технологически не связанных с уже производимыми новых продуктов, которые реализуются на новых рынках. Это одна из самых сложных для реализации стратегий развития, так как ее успешное осуществление зависит от многих факторов, в частности от компетентности имеющегося персонала и в особенности менеджеров, сезонности в жизни рынка, наличия необходимых сумм денег и т.п.

5. Стратегия «Распределения рисков». Данная стратегия ориентирована на перераспределение ресурсов, активов, например перевод активов в наиболее защищенную сферу или организация производства там, где оно будет подвержено наименьшему риску, то есть там, где стабильны издержки, экономическая ситуация и т. д.;

6. Стратегия «Ликвидации» или «Выхода». Она подразумевает уход с рынка с переводом активов в какие-либо накопления (деньги, золото и прочее), при изменении ситуации возможен возврат на рынок.

Проанализировав антикризисные стратегии, можно заметить, что действия любых экономических субъектов, в том числе и предприятий, в условиях кризиса направлены на сохранение своих позиций. Однако не каждая антикризисная стратегия способна обеспечить необходимый результат. Проблема выбора стратегии, разработки концепции становится принципиальным. Немало важно разработать эффективную концепцию, способствующую упорядочению действий и способную обеспечить необходимый результат. Именно поэтому, в рамках такого подхода, как управление кризисом, важно принятие решения о характере участия консалтинга в бизнес-деятельности.

Консалтинг (от англ. consulting) – «услуги, консультации, осуществляемые специализированными консалтинговыми компаниями включающее в себя решение широкого круга вопросов экономики, финансов, права, внешнеэкономических связей» [9]. Главная цель консалтинга – помочь предприятию повысить эффективность деятельности, как путем предоставления информации и рекомендаций, так и предоставляя свои услуги в достижении поставленной цели. Менеджеры консалтинговый компаний изучают и анализируют текущую ситуацию на рынке, выдвигают гипотезы, а так же предлагают нововведения для повышения эффективности.

В настоящее время консалтинговые услуги являются полноценным компонентом инфраструктуры бизнеса и выходят за пределы локальных услуг. В антикризисных действиях предприятия консалтинговая компания может ока-

зать существенное содействие руководству посредством конкретных предложений о том, как определить современную рыночную ситуацию, сформировать обоснованную систему ценностей и определенные варианты поведения предприятий.

Понимание макроэкономической ситуации должно дополняться концепцией поведения конкретного экономического субъекта на конкретном рынке в конкретных условиях. Такая концепция должна быть обоснована с максимальным использованием опыта, накопленного руководством предприятия. Если же руководство ошибается в оценке ситуации, выборе действий, то цель консалтинговой компании - максимально доступно и наглядно показать, какие риски и ошибки могут появиться, представить варианты возможных решений. Решения будут приниматься предприятиями самостоятельно, но на основе максимально полной и всесторонней оценки ситуации.

Рассмотрим пример разработки антикризисной стратегии консалтинговой компанией.

Компьютерная компания «NNN» предоставляет услуги цифровой печати и копирования. Во время экономического кризиса спрос на подобный род услуг резко возрос, т. к. компании-заказчики стремятся сократить свои затраты на содержание IT-персонала, закупку офисной техники и расходных материалов. Учитывая рост числа заказов, предприятие начало расширение штата своего подразделения. На данный момент группа продаж состоит из семи человек. Трое сотрудников - опытные менеджеры, хорошо знающие продукцию и регламенты работы компании. Четверо сотрудников - новички, соответственно, еще плохо знакомы с регламентами и особенностями продукции.

В подразделении начало складываться сложное положение: новые сотрудники часто обращаются за консультацией к опытным менеджерам, отвлекая их от работы. С одной стороны, это необходимо и приветствуется, ведь получать новые знания - это основная задача новичков. С другой - опытные сотрудники, консультируя, не успевают заниматься своей работой, и продажи компании неизбежно начинают падать.

Руководство компании приняло решение обратиться в консалтинговую компанию для выработки антикризисных действий. Анализ деятельности предприятия позволил выявить, что большинство вопросов новичков к опытным менеджерам касаются базовых знаний по продуктам и услугам компании. Кроме того, вопросы всех новичков схожи, но задаются разным менеджерам и в разное время. Следовательно, процесс обучения новых менеджеров построен не оптимально.

Для того, что бы исправить данную ситуацию специалисты консалтинговой компании разработали стратегию по созданию и дальнейшему внедрению в CRM-системе корпоративную "базу знаний" по продукции и регламентам работы компании, которая позволит собрать необходимую информацию и систематизировать ее. Однажды решенный вопрос необходимо зафиксировать для дальнейшего использования при обучении сотрудников или в ответах на обращения клиентов. Данная база знаний позволит быстро ответить на типовые во-

просы клиентов. А по сложным вопросам у новичков остается возможность консультироваться у опытных менеджеров.

Реализовав данную стратегию с помощью "базы знаний" CRM-системы, специалисты консалтинговой компании заметили еще один "побочный эффект". Опытные менеджеры, используя «базу знаний», гораздо быстрее отвечали на типовые вопросы клиентов по электронной почте и телефону, а освободившееся время посвятили дополнительным продажам.

Приведенный пример интересен тем, что, несмотря на ужесточившиеся финансовые условия, предприятие решило понести дополнительные затраты, обратившись в консалтинговую компанию, хотя «очевидным» решением было бы сокращение затрат, в первую очередь на количестве сотрудников.

Обобщая вышесказанное, можно с уверенностью сказать о том, что потребность в консалтинговых услугах будет расти. Возросшая конкуренция требует от руководителей предприятий более профессионального подхода к управлению, к решению организационной и кадровой задач. Именно менеджер консалтинговой компании сможет рассказать руководителю о новых управленческих технологиях, поможет со стороны оценить как сильную так и слабую сторону предприятия и выработать наиболее эффективные стратегии управления. Специалист в данной области управления окажет также содействие в проведении инновационных изменений и возьмет на себя ряд наиболее трудных проблем. Все это даст новый толчок для дальнейшего развития предприятия.

Список литературы

1. *Балашов А.П.* Антикризисное управление. Новосибирск, 2010. - 346 с.
2. *Жарковская Е.П., Бродский Б.Е.*, Антикризисное управление, 2011.- 358 с.
3. *Коротков Э.М.* Антикризисное управление, 2008. - 280 с.
4. *Захарова В.В., Тарануха К. В., Тарануха Н.Л.,* «Формирование экономико-математической модели жилищного строительства в регионе», Вестник ИжГТУ, 2014, № 2(62). С.90-94.
5. Интернет журнал «Свой бизнес»: URL: http://www.nejo.ru/matrica-ansoffa.html (Дата обращения 10.12.2015).
6. Менеджмент в России и за рубежом: URL: http://www.mevriz.ru/articles/2002/2/1015.html (Дата обращения 10.12.2015).
7. Стратегии интегрированного роста: URL: http://www.inventech.ru/lib/strateg/strateg0059.html (Дата обращения 10.12.2015).
8. Центральная научная библиотека: URL: http://www.0ck.ru/menedzhment_i_trudovye_otnosheniya/antikrizisnaya_strategiya.html (Дата обращения 10.12.2015).
9. *Лабунский В.Н.* Управленческое консультирование - VS: Управленческий консалтинг: URL: http://www.nk-consulting.ru/art1.htm. (дата обращения 15.01.2016).

Мушакова М.С., магистрант; e-mail: masha.mushakova@mail.ru;
Тарануха Н.Л., д.э.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние строительства доходных домов на развитие жилищного строительства

Аннотация: в данной статье рассмотрено такое понятие как доходный дом, его достоинства и недостатки, а так же представлен анализ эффективности строительства доходных домов.

Ключевые слова: жилищное строительство, доходные дома, эффективность.

Устойчивое развитие национальной экономики и поддержание стабильности социальной среды в долгосрочном периоде невозможны без формирования достойных условий для жизни населения страны. Одним из основных элементов, составляющих качество жизни человека, является жилье. Обеспечение граждан жильем, отвечающим современным требованиям, – одно из приоритетных направлений государственной политики современной России, и его реализация требует принятия решительных мер. Одной из таких мер может стать строительство доходных домов.

Доходный дом — один из видов старейших видов многоквартирного дома (МКД)**,** который предназначен для получения прибыли путем сдачи в аренду. В отличие от гостиницы, данный вид недвижимости рассчитан на длительное проживание, которое в ряде случаев растягивается на долгие годы. За рубежом такой объект является наиболее популярным типом многоквартирного дома, одновременно признаваемым специалистами одним из самых эффективных в эксплуатации видом жилой недвижимости.

В России на сегодняшний день доходных домов практически не существует (за редкими исключениями), несмотря на богатую историю развития данного рынка. К концу XIX века в России был сформирован обширный рынок доходных домов, рассчитанный на широчайшую аудиторию клиентов. В качестве наглядного примера можно использовать пример «влачащего жалкое существование» Раскольникова из произведения «Преступления и наказания», и «булгаковского профессора Преображенского, вскоре после революции сетующего на убранный ковер в парадном».

В то же время нельзя не заметить, что в странах дальнего зарубежья успешно сохранилась и приумножилась сеть доходных домов, которые попрежнему остаются основным видом МКД.

В последние годы мысль о создании доходного жилья все чаще начала звучать с экранов телевизоров и с политических трибун. Так депутаты петербургского Законодательного собрания (20 мая 2015г.) в первом чтении проголосовали за законопроект, предложенный губернатором Санкт-Петербурга Георгием Полтавченко, который предусматривает создание в городе доходных домов, сообщает корреспондент dp.ru. Представитель губернатора в ЗакСе Ми-

хаил Бродский отметил, что «о готовности строить в городе на Неве доходные дома заявили 7 компаний» [1]. Предполагается, что часть квартир будут сдаваться в коммерческий наём, а часть – в социальный.

Таким образом вопрос: «имеют ли доходные дома право на жизнь в 21 веке, найдется ли им место в российских реалиях?» - является одним из самых насущных.

На основе анализа ранее опубликованной литературы, можно заметить основные преимущества и недостатки доходного дома:

Основные преимущества:

- институт доходного жилья способен выполнять важные социальные функции в государстве, решая одну из самых злободневных проблем общества – обеспечение жильем населения.

Государство может не только выступать инициатором появления доходных домов, но и владеть ими, либо снимать часть площадей оптом, распоряжаясь в зависимости от приоритетов и поддерживая хоть многодетные семьи, хоть молодых ученых, хоть погоревших во время кризиса ипотечников.

- легализация арендного рынка недвижимости.

Наличие цивилизованного рынка аренды жилой недвижимости демонстрирует уровень экономического развития страны в целом. Мировая практика показывает, что чем выше его темпы, тем больше процент жилья, предоставляемого в аренду. Проанализировав опубликованные данные, можно заметить, что на протяжении последних 10 лет в США доля арендного жилья колеблется в диапазоне от 30 до 32 % от всего жилого фонда, в Англии – не опускалась ниже 28 % и продолжает расти. В Канаде на долю доходных квартир приходится около 50% от всей городской жилой недвижимости (www.megapolis-online.com). В России же, по данным сайта newsru.com, в аренду сдается более 70 % всего жилья (рис.1).

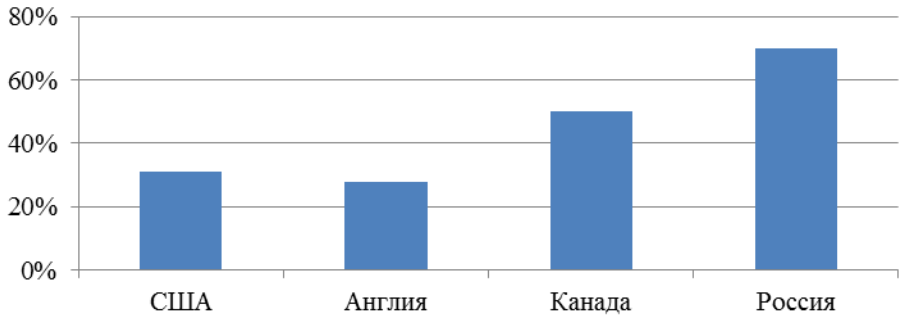


Рис. 1. Доля жилья, предоставляемого в аренду

- Наличие профессионального оператора недвижимости (будь то юридическое или физическое лицо), который одновременно является его единственным собственником и заинтересован в развитии своего бизнеса.

- Отсутствие необходимости у собственника вести длительную и малоперспективную борьбу со «злостными неплательщиками» за аренду и жилищно-коммунальные услуги.

- Отсутствие необходимости у квартиросъемщиков защиты своего жилья от преступных посягательств.

Данное преимущество включает в себя решение широкого круга проблем: от разгона наркоманов, собирающихся на придомовой территории или в подъезде до дополнительной безопасности проживания. Так, арендатора в отличие от собственника в принципе не могут, например, убить мошенники, пытаясь завладеть его жильем.

- Высокая мобильность.

В настоящее время, все больше людей становятся «свободными художниками», которые сами себе ставят задачи и сами их решают. Этой новой касте людей нужно принципиально новое жилье. А именно жилье, которое:

- легко поменять, переехав в другой город или даже регион;
- позволит работать, не выходя из дома;
- может приспособиться к новому образу жизни жильца;
- снимет с человека максимум бытовых проблем.
- Постоянная ротация арендаторов.

Скорее всего, если у жильца повышаются финансовые возможности, он перебирается в более соответствующий (дорогой) доходный дом, если же доходы падают, обитатель переходит в более дешевый МКД или дотируемое социальное жилье. В итоге в доходном доме естественно поддерживается социально однородный состав жильцов, что также повышает эффективность его управления и качество проживания.

- Отсутствие необходимости у жильцов решать вопросы управления недвижимостью в свободное от работы время.

По оценкам экспертов, ссылающихся на данные исследования Института проблем управления РАН, доходный дом значительно опережает в эффективности управления все другие типы жилой недвижимости (рис. 2) [2].

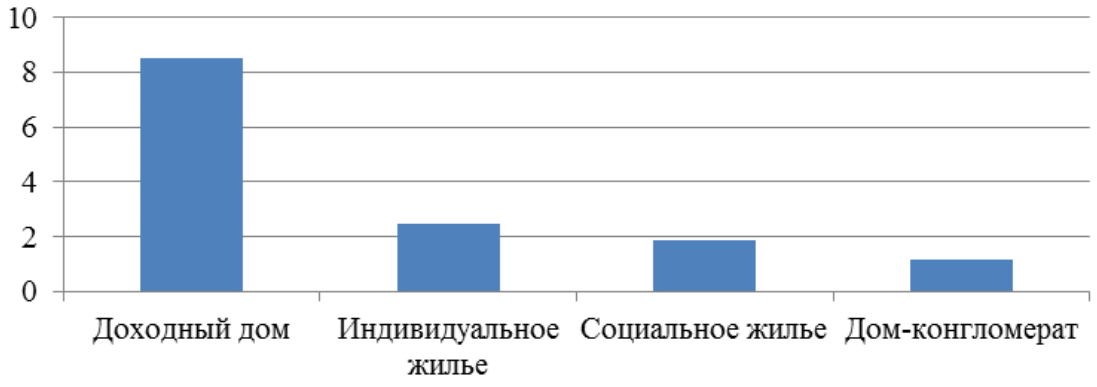


Рис. 2. Эффективность управления жилой недвижимостью

Опираясь на результаты анализа, полученные на основе математических моделей и экспертных оценок, в периодически возникающий спор, что же лучше: управляющая компания, ТСЖ или индивидуальное жилье, ученые внесли собственное заключение.

Занявший **первое место** по эффективности управления многоквартирный доходный дом получил в оценке эффективности 8,5 балла.

На **втором месте**, значительно уступая доходному дому (2,45 балла), находится индивидуальное жилье. **Третье место** занимают зарубежные кондоминиумы (применительно к нашей российской действительности дома ТСЖ и ЖСК) — 1,9 балла. На **четвертом месте** — социальное жилье (1,15 балла), предназначенное для бедных. И наконец, **пятое место занимает** так называемый дом-конгломерат (1 балл), в который наши власти превратили большую часть МКД в ходе приватизации.

Основные недостатки доходного дома:

- Проблемы государственного регулирования развития доходных домов в России.

Первая группа проблем развития доходных домов в России связана с государственным регулированием этой сферы экономики и обусловлена недостаточной проработанностью нормативно-правового обеспечения и некоторых смежных направлений деятельности. «Прежде необходимо определить данный формат юридически и закрепить его на законодательном уровне, - говорит вице-мэр по вопросам капитального строительства и землепользования администрации Екатеринбурга Сергей Мямин. – Сегодня в нашем законодательстве нет понятия «доходный дом» [3]. По факту существуют только жилые и нежилые помещения различного назначения;

- Нет культуры аренды. В XIX веке было престижно жить в доходном доме. Сейчас арендовать – не является престижным;

- Периоды окупаемости аналогичных проектов предположительно составляют 15-20 лет, учитывая, что арендные ставки будут ниже среднерыночных. К тому же, строить доходные дома невыгодно с точки зрения налогов. Владелец доходного дома это всегда добросовестный плательщик различного рода налогов. Но помимо НДС сдача жилья в наем облагается налогом на прибыль и т.д. В первую очередь по этой причине доходные дома не смогут конкурировать с жильем физических лиц, сдаваемым в аренду. Понимая это, частные инвесторы вряд ли будут вкладываться в подобные проекты, так как это для них весьма невыгодно. Чтобы данное направление улучшалось, нужны крупные инвесторы с достаточно большим количеством денежных средств;

- Большой рынок аренды частных квартир, что создает немалую конкуренцию, следовательно – более низкая стоимость.

Проанализировав все достоинства и недостатки, можно сделать вывод о том, что, несмотря на минусы, идея строительства доходных домов является одним из перспективных направлений. Особенно если принять во внимание то, что в настоящее время в России накопилось множество проблем, связанных с доступностью жилья, которые целиком пока не решили ни госпрограммы, ни масштабный нацпроект «Доступное и комфортное жилье – гражданам России».

Попробуем разобраться, будет ли идея постройки, с точки зрения бизнеса, доходных домов с квартирами эконом-класса выгоднее, чем обычный многоквартирный. Для этого рассмотрим условный пример:

Необходимо построить дом, включающий 100 квартир, средняя площадь которых 65 м2. Общую площадь дома принимаем 9000 кв. (в среднем Sжилая=2/3Sобщая). На сегодняшний день стоимость одного квадратного метра на рынке недвижимости составляет 40 тыс. рублей (квартиры с отделкой). Следовательно, для того, что бы построить такой дом необходимо 360 млн. руб. (40000 х 9000=360 000 000). Срок строительства – 3 года. Средний индекс-дефлятор по данным Министерства экономического развития – 3,6%.

Сравнительный анализ

Обычный жилой дом	Доходный дом
1. Стоимость объекта – 360 млн. руб. 2. Налоги на покупку (гос. налоги) – 5% - 18 млн. руб. 3. Услуги нотариуса – 1,5% - 5,4 млн. 4. Ипотека (предварительно одобрена банком) - 35% - 126 млн. руб. 5. Личные вложения – 234 млн. руб. 6. При продаже устанавливаем стоимость 1м кв. = 65 тыс.руб.	1. Стоимость объекта – 360 млн. руб. 2. Налоги на покупку (гос. налоги) – 5% - 18 млн. руб. 3. Услуги нотариуса – 1,5% - 5,4 млн. 4. Ипотека (предварительно одобрена банком) - 35% - 126 млн. руб. 5. Личные вложения – 234 млн. руб. 7. Годовой доход с аренды – 1,5 млн. руб. 8. Налог на недвижимость включен в коммунальные платежи и оплачивается арендаторами. 9. Ипотечный процент (кредит) – 10 % - 12,6 млн. /15 (на 15 лет) = 0,84 млн. 10. Планируется эксплуатировать дом в течение 65 лет, в конце продаем.
С учетом всех налогов показатели таковы:	
Итого доход от построенного здания: около 100 млн. (зависит от срока выплаты ипотеки).	Итого доход от сдачи в аренду квартир и последующей продажи с учетом инфляции: около 130 млн. (зависит от срока выплаты ипотеки).

Опираясь на полученные расчеты, можно сделать следующие выводы:

1) окупаемость проекта составит около 10 лет, если строительство доходного дома будет осуществляться на собственные деньги. В случае привлечения заемных денег банка под 11% годовых окупаемость составит 15 лет и более, этот факт уничтожает коммерческую привлекательность проекта. Кроме того, нужно еще найти банк, который согласится финансировать такой длительный проект;

2) рассматриваемый проект может быть коммерчески успешным, только при наличии условии стоимости сдачи:

1-комнатных квартир начиная от 11 000 руб. в месяц;

2-комнатных квартир начиная от 15 000 руб. в месяц.

Сдача квартир в аренду по стоимости 6 000 руб. в месяц или меньше может быть только в случае отсутствия коммерческого интереса. Например, для решения муниципальных проблем по расселению людей из ветхого жилья. В этом случае и деньги на реализацию этого проекта должны быть бюджетными;

3) проект интересен для тех строительных предприятий, руководители которых планируют наращивать объемы собственного строительства, создавать филиалы в других регионах страны, вытесняя с рынка менее конкурентоспособных местных коллег;

4) осуществлять строительство доходного дома самостоятельно либо выполнять функции «заказчика». Это позволит получить фактическую рентабельность строительства не менее 10 %, а также проконтролировать качество строительства, так как выявленные недоделки в ходе эксплуатации доходного дома могут вылиться в значительные суммы и снизить величину прибыли от ренты.

Подводя итоги можно сделать вывод о том, что строить доходные дома все таки выгодно, но лишь для крупных инвесторов. Кроме того, можно с большой уверенностью сказать, что строительство таково вида МКД как доходный дом поможет решить сразу несколько проблем. Во-первых, нуждающийся слой граждан получат пусть не свое, но доступное современное жилье. Оно послужит своеобразным буфером между спросом и предложением на рынке жилья, способным снизить рост цен. Во-вторых, доходные дома смогут успешно конкурировать с огромной армией частных квартирных хозяев, сдающих жилье внаем. Это выведет из тени огромные денежные потоки и, возможно, даже явится стимулом продажи владельцами квартир "лишнего" жилья, используемого под сдачу, что приведет к увеличению предложения и опять же ослабит рост цен.

Список литературы

1. Оценка представителя губернатора в ЗакСе Михаила Бродского: URL: http://www.metronews.ru. (дата обращения 01.12.15).
2. Оценка старшего научного сотрудника Института проблем управления РАН Сергея Глазунова и председателя московского ТСЖ «Яхрома СБ» Владимира Самошина: URL: http://rostov-dom.info (дата обращения 05.12.15).
3. Оценка вице-мэра по вопросам капитального строительства и землепользования администрации Екатеринбурга Сергея Мямина: URL: http://www.gud-estate.ru (дата обращения 07.12.15).
4. *Тарануха Н.Л., Бакирова З.Р.* «Формирование рынка доступного жилья – основа инвестиционной привлекательности региона», Вестник ИжГТУ, 2012, № 1. С.65-67.
5. *Захарова В.В., Тарануха К.В., Тарануха Н.Л.* «Формирование экономико-математической модели жилищного строительства в регионе», Вестник ИжГТУ, 2014, № 2(62). С.90-94.

6. *Тарануха Н.Л., Пушкарев В.О.* «Развитие регионального рынка жилой недвижимости», В сборнике: Фотинские чтения 2014. Сборник материалов международной научно-практической конференции (осеннее собрание). Ответственный редактор Мохначев С.А. редактор Кадочников И.С. 2014. С.279-283.

Садретдинова С.Т., магистрант;
Калинкина Г.Е., д.э.н, профессор заведующая кафедрой «ЭТиУКД»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ способов коммерциализации инноваций

Аннотация: В статье рассмотрены сущность и содержание коммерциализации как процесса выведения инновационных продуктов на рынок товаров и услуг. Определены основные этапы и участники процесса коммерциализации. Представлены существующие на сегодняшний день способы коммерциализации инноваций. Описаны достоинства и недостатки каждого из способов коммерциализации.

Ключевые слова: коммерциализация, инновации, участники процесса коммерциализации, способы коммерциализации, информационные ресурсы.

В настоящее время во всех экономически развитых странах ключевую роль в эффективном развитии национальной экономики играет инновационная деятельность. Понимая важность инновационных процессов, правительство развитых стран создают все необходимые условия для их поддержки и регулирования. Представленные в виде соответствующих нормативных актов, создание инновационной инфраструктуры и государственного стимулирования инноваций

Коммерциализация инноваций относится к серии мероприятий, проводимых фирмами, для превращения знания и технологий в новые продукты, процессы или услуги, в ответ на запросы рынка. Высококвалифицированные работники (ученые, инженеры, менеджеры и т.д.), имеют решающее значение для процесса коммерциализации, как культуры ценности инноваций и предпринимательства.

Коммерциализация, по определению В.И. Мухопада, позволяет обеспечить жизнеспособность и прибыльность продуктов, а, следовательно, жизнеспособность и прибыльность организации. Цель этой стадии создания прибыли.[2]

Определение Коммерциализации инноваций из Руководства Осло [3].

Маркетинговая инновация является реализацией нового метода маркетинга с участием значительных изменений в дизайне продукта или упаковки, размещение товаров, продвижение продукта или изменение цен.

Другими словами, коммерциализацией является процесс превращения идеи или изобретения в полезный продукт или услугу. Некоторые считают, что

коммерциализация означает превращение идеи или изобретение в рыночный продукт или услуги, которые будут приносить прибыль.

Коммерциализация является компонентом более широкого инновационного процесса и может включать в себя испытания или исследования, которые делают более жизнеспособной финансовую деятельность продукта.

Маркетинговые инновации направлены на улучшение удовлетворения потребностей клиентов, открывая новые рынки, или новое позиционирование продукта фирмы на прежнем рынке, с целью увеличения объемов продаж фирмы.

В то время как коммерциализация и инновационные процессы являются взаимозависимыми, тем не менее, необходимо различать их, на основе следующих принципов:

Коммерциализация имеет больше общего с научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами, когда из лаборатории продукт передают сразу на рынок, где он может найти применение, например в промышленных установках. А инновация - это само знание как разработать новый продукт [2].

В процессе коммерциализации очень важно выбрать метод. Другими словами, подобрать способ выведения инновационных продуктов на рынок. Данный процесс включает в себя несколько разработанных моделей коммерциализации. Рассмотрим данные модели:

1. Модель Рэндалла Голдсмит

Модель коммерциализации Рэндалла Голдсмита представленная в таблице это карта стратегий и мероприятий по коммерциализации передовых технологий [4]. Модель распадается на двенадцать видов деятельности, которые описывают процесс, чтобы максимизировать шансы на успех. Каждая последовательность имеет техническую стадию, стадию рынка и бизнес-сцену. Модель является основой для оценки прогресса в различных стадиях, а именно идентификации информации и технической помощи потребностей, затраты на разработку проекта и прогнозирования потребностей в финансировании. Отсюда следует вполне определенный упорядоченный процесс.

Эта модель была разработана, чтобы обеспечить механизм для коммерциализации новых продуктов и процессов (совершенно новые идеи). Но его структура не подходит для коммерциализации технологии при разработке дополняющих инноваций. Обычно новые зарегистрированные и революционные технологии имеют очень небольшой процент от общего числа инноваций, а большинство инноваций включают в себя элементы старых или адаптацию новых технологий.

Недостаток модели Голдсмита является отсутствие гибкости в отношении обратной связи, так как он является линейным по своей природе. Данная модель не поддается местами последовательности в соответствии с эксплуатационными требованиями или стадиями развитие продукта. Для этого, функциональные модели (описанные далее), кажутся, более подходящими [4].

Таблица – **модель коммерциализации Рэндалла Голдсмита**

Концепция фазы		Этапы разработки	Фаза выхода на рынок	Фаза расширения рынка
Рынок	Первоначальный рынок. Оценка возможностей потенциальных клиентов и выявление обязательств.	Разработка маркетингового плана в том числе сегментация рынка, и построение стратегии отношений с клиентами.	Реализация плана продвижения выполнение конкурентного проникновения на рынок инноваций	Цель: вертикальные и смежные рынки а так же увеличить проникновение на рынок. Расширение партнерства доставки.
Бизнес	Распознание финансовых, так же физических и технических требований.	Обеспечение необходимым финансированием, а так же управления командой, составление финансового бизнес плана, Определение точки безубыточности	Управление финансированием, навыками и производственными потребностями. Регулировка стратегического и бизнес-планирования для реагирования на рынок партнерских возможностей	Разнообразие внутренних навыков, а так же аутсорсинга, необходимых для удовлетворения ключевых целей Создание международных партнерских отношений
Технологии	Определение особенностей и представленных требований для конкурентоспособности. Технология интеллекта - Патентный поиск	Развития прототипов, проведения испытаний и стадий производства Источники сырья и создания системы Q & A (ответ ,вопрос)	Создание производственных мощностей и технической поддержки продукта	Определение жизненного цикла продукта, разработки продукта, оценка конкурентоспособности, функциональные возможности продукта и новые технологии для принятия решений.

2. Схема коммерциализации Джеймса Эндрю и Эндрю Скрина

Как и в предыдущих моделях, схема представленная Джеймсом и Эндрю Скрином представленная на рис.1 [2] показывает ряд последовательностей в процессе коммерциализации.

Двух начальных фаз, соответствующих генерации идей (исследований и разработок, конференций и т.д.), и коммерциализаций инвестиций в проект, является недостаточным. В этой модели, переходный период между этими первыми двумя этапами является определяющим для прибыльности и успешного маркетинга [1].

После того как продукт вывели на рынок, время достижения необходимого объема сбыта, соответствует времени, необходимого для достижения рентабельного порога. Чем раньше продукт или услуга достигает оптимальный масштаб производства, тем быстрее он будет способен генерировать прибыль.

Третий этап- этап ориентирован на рентабельность инвестиций. Эта рентабельность не всегда достигается, так как затраты на техническую поддержку, рекламу и развитие рынка может превышать отдачу от инвестиций.

Тем не менее, такая ситуация может быть терпима в целях получения выгоды от косвенных услуг через эксплуатацию права на интеллектуальную собственность через разрешения на патенты, авторские права и т.д. Другими словами, коммерческий успех может измеряться косвенными выгодами.

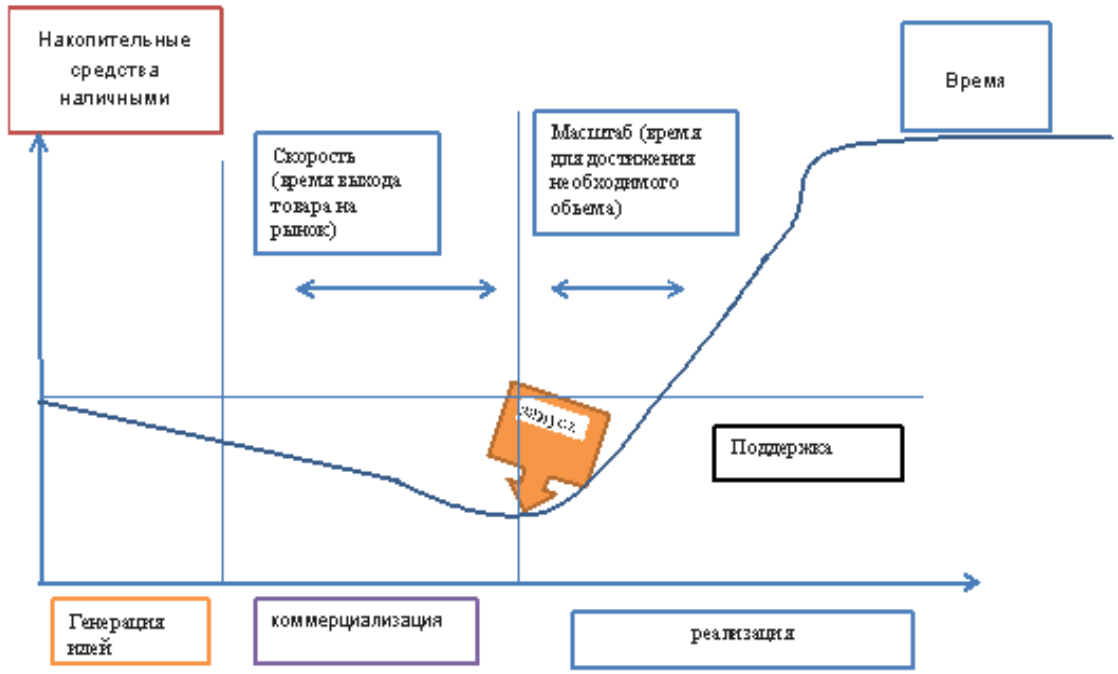


Рис. 1. Модель коммерциализации

3. Модель Ротвелла и Зегвельда

Модель Ротвелла и Зегвельд (рис 2. [3]) показывает, что коммерциализация является неотъемлемой составляющей инноваций. Основа этой модели лежит во взаимодействии ее компонентов.

Согласно этому подходу, это сочетание потребностей рынка и технологических возможностей, что приводит к инновациям.

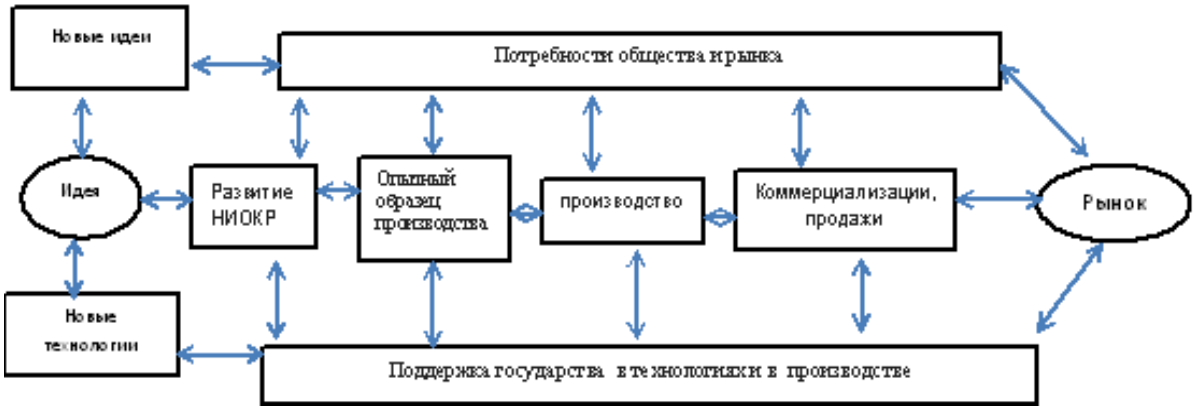


Рис. 2. Модель Ротвелла и Зегвельда

Как и модели Рэндалла-Голдсмита, эта модель является последовательной, но она позволяет обратную связь между компонентами.

Линейные модели преобладали в течение 60-х годов до начала 70-х. Позже до середины 80-х, это были разработаны линейные модели с обратной свя-

зью, называемые моделями взаимодействия и сцепления, которые доминировали в практике [3].

В 90-х годах, модели последовательного процесса инноваций и коммерциализация уступают моделям, в которых функция имеет приоритет над линейностью. В этом поколении моделей, НИОКР, коммерциализации и финансирования функции взаимодействуют в частности, нет порядка. На протяжении всего этого процесса, поставщики и клиенты, вверх и вниз по процессу, обеспечивают постоянную обратную связь в функциях

Этот тип модели также оказывают большую роль для горизонтальных (внешних) партнерств.

4. Модель функционального подхода.

С точки зрения фирмы, коммерциализация является неотъемлемой частью инновационного процесса и может быть описана. Есть набор условий и элементов или видов деятельности, которые фирма должна выполнить, чтобы доход от товаров или услуг нововведений был максимально высоким.

В соответствии с функциональным подходом, фирма не обязана управлять процессом коммерциализации в соответствии с последовательностью в хронологическом порядке.

Этот подход позволяет рассматривать процесс коммерциализации на основе деятельности и функций, на которых клиент или фирма может действовать и обеспечивать обратную связь постоянно, независимо от этапа в процессе коммерциализации.

Функциональный подход предлагает фирме гибкую структуру, в которой один маневр, не влечет за собой хронологический путь.

Таким образом, фирма может принять решение о его коммерческой стратегии развития до стадии проектирования.

Процесс коммерциализации не являются необходимым для каждой фирмы, но все зависит от конкретных характеристик и потребностей фирмы.

Новые идеи, которые генерируют инновации могут возникать на любом этапе в процессе коммерциализации, будь то развитие (НИОКР) или уже после выхода продукта на рынок. Товары и услуги, которые достигают рынка и подлежат закону спроса и предложения, и, следовательно, они приспосабливаются и продолжают развиваться.

Список литературы

1. *Коробейников О.П., Трифилова А.А., Коршунов И.А.* Роль инноваций в процессе формирования стратегии предприятия // Мировая экономика и международные отношения. - 2001. - № 4. - С.32–44.
2. *Мациевский С.Э.* Исследования систем управления М.: Экономика, 2010
3. *Мясникович М.В.* Научные основы инновационной деятельности. - Мн.: ИООО «Право и экономика», 2003. - 279 с.7.
4. *Савицкая Г.В.* Анализ хозяйственной деятельности предприятия: 2-е изд., перераб. И доп. - Мн.: ИП «Экоперспектива», 2011.

Столярова А.В., магистрант, e-mail: stolyarova1005@mail.ru;
Сырыгин С.П., к.т.н., ст.н.с., e-mail: syrygins@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проблемы и методы решения валютной ипотеки

Аннотация: В статье выявлены основные проблемы валютного ипотечного кредитования и рассмотрены примерные пути их решения.

Ключевые слова: Валютная ипотека, ипотечное кредитование, АИЖК, задолженность по ипотеке.

С развитием ипотечного кредитования приобретение собственного жилья для многих граждан России стало реальностью. Но такая возможность в связи с изменением экономической ситуации в стране и, в особенности, с резким падением рубля по отношению к доллару США становится все менее осуществимой в первую очередь для заемщиков валютной ипотеки так как ежемесячный платеж к 2015 году ориентировочно увеличится более чем в 2 раза.

Валютная ипотека по отношению к рублевой до недавнего времени привлекала население низкими процентными ставками разница которых достигала 4%, поэтому значительная часть граждан решила использовать выгоду от использования ипотечного валютного кредита. Максимум выдачи валютной ипотеки пришелся на 2007-2008 годы. На настоящее время по данным Агентства по ипотечному кредитованию (АИЖК) число валютных заемщиков составляет 20-25 тысяч, а суммарный объем ипотечных займов эквивалентен 136 млрд. руб. Если учесть что срок ипотечного кредита составляет до 30 лет, то с трудностями по обслуживанию долга столкнулся практически каждый заемщик валютной ипотеки. Учитывая реальные данные о количестве валютных заемщиков и общую величину задолженности данную проблему можно назвать глобальной, так как минимум 20 тыс. человек рискуют остаться без жилья [1]. Очевидно следует рассмотреть последствия валютной ипотеки и эффективность мер предпринимаемых государством. Рассмотрим динамику объемов ипотечного кредитования в период, начиная с начала 2015 года, представленную в табл. 1.

Из таблицы 1 следует, что за год с 01.01.2015 до 01.01.2016 количество выданных ипотечных кредитов возросло на 19,07 % при соответствующем приросте задолженности на 15,55%, По валютным кредитам совершенно иная картина. При практически неизменном значении числа валютных кредитов прирост задолженности составил 20,79%. Это может свидетельствовать о затруднениях по выплате текущих платежей, а также о том, что население опасается брать кредиты в иностранной валюте (пусть и под более низкий процент) в связи с нестабильностью курса национальной валюты.

Таблица 1. **Динамика числа кредитов в валюте и общего числа открытых кредитов, за 2015 г.**

	На 1.01.2015 г.	**На 01.01.2016 г.**	**Темп прироста**
Все открытые кредиты, тыс. штук	2164	2576,7	0,1907
Открытые кредиты в валюте, тыс. штук	19,5	19,7	0,102
Общая задолженность по ипотечным кредитам, млрд. руб.	2822,3	3261,2	0,1555
Общая задолженность по ипотечным валютным кредитам, млрд. руб.	140,9	170,2	0,2079

Анализ данных по просроченной задолженности по ипотечным кредитам за период с 01.01.2015 по 01.01.2016 г. (на основании рис. 1) показывает, что сумма просроченной задолженности по ипотечным кредитам увеличилась на 58,2%, а сумма просроченной задолженности по валютной ипотеке увеличилась больше чем в 2 раза.

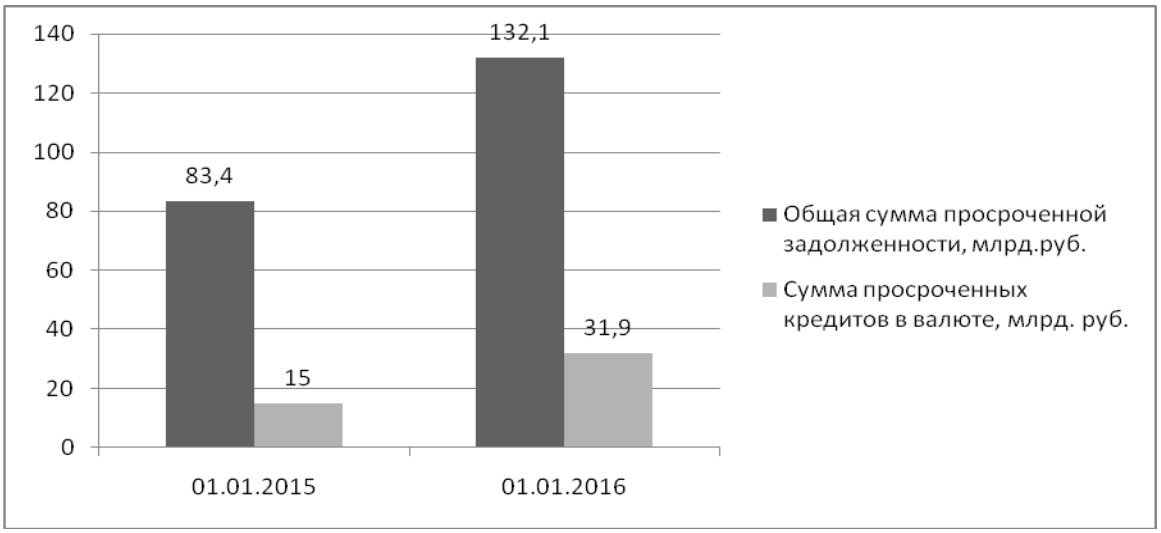


Рис. 1. Просроченная задолженность по ипотечным кредитам общая и в валюте

Вероятной причиной роста просроченной задолженности в сложившейся ситуации является не способность заемщиков обслуживать валютные кредиты, что может привести к ситуации при которой значительная часть населения лишиться единственного жилья. На сегодняшний день Правительство России вместе с Центральным банком и кредитными учреждениями разрабатывают ряд мер, призванных поддержать людей, взявших ипотечный кредит в валюте. Согласно большинству ипотечных договоров риски несет заемщик, но в сложившейся ситуации целесообразно было бы разделить риск такой ответственности

между заемщиком, государством и кредитором, пускай и не равномерно. Для решения этой задачи коммерческим банкам предлагается: 1) пересчитать валютную задолженность в рубли по фиксированному льготному курсу; 2) снизить действующую ставку по валютным кредитам; 3) предоставить заемщикам так называемые «ипотечные каникулы». Рассмотрим эти меры по порядку.

Использование льготного курса при пересчете валютной ипотеки в рублёвую поддерживаются немногими банками. Например «Абсолют банк» готов пересчитать валютный кредит по курсу 65 руб. за доллар всем, и 57 руб. за доллар многодетным семьям [3]. Результаты введения льготного курса для пересчета валютной задолженности в рублёвую, учитывая, что средний валютный ипотечный кредит в 2008г. в долларовом исчислении составил 215 тысяч, приведены в таблице 2 [2].

Таблица 2. **Результаты введения льготного курса для пересчета валютной ипотеки в рублёвую**

Годы	Курс доллара, руб.	Средний валютный кредит, млн. руб.
2008	25,8	5,6
2016	70,0	15,5
Льготный курс	65,0	13,9

Из табл. 2 следует, что введение льготного курса незначительно повлияло на величину среднего валютного кредита. Для того чтобы воспользоваться данной «скидкой» необходимо подойти под определенные критерии государственной программы помощи ипотечным заемщикам, оказавшимся в сложной ситуации, что практически не доступно из-за большого количества ограничений.

Введение льготной ставки с одновременным рефинансированием уже выданного ипотечного кредита в рублёвый позволило бы снизить процентные платежи практически не поддерживается банками. В качестве примера можно привести «Банк Москвы»[4], который предлагает ставку 1-3%, но распространяется это только на тех заемщиков, которые взяли кредит в иенах и швейцарских франках.

Содержание программы «Ипотечные каникулы» заключается в том, чтобы дать заёмщику временную «передышку» и возможность «восстановится» и поправить свое финансовой состояние. При этом банк гасит валютный кредит заемщика, взамен забирает квартиру и держит ее на своем балансе. Заемщик может взять данную квартиру в аренду за символическую плату, например, в 1 тыс. руб. в месяц. В течение этого времени заемщик может взять новый ипотечный кредит и выкупить у банка свою квартиру. Очевидно и эта мера вряд ли будет поддержана коммерческими банками в силу того, что реальная стоимость квартиры существенно ниже долга заемщика перед банком.

Следует отметить, что предлагаемые мероприятия хотя и могут снизить уровень проблемы, но не позволят решить ее в полной мере. В первую очередь

стоит помочь заемщикам, принадлежащим к наиболее уязвимым социальным категориям - тем, у кого заложенной жилье – единственное. Соответственно программа помощи заемщикам по валютной ипотеке должна разрабатываться индивидуально под каждый конкретный случай. В сложившейся ситуации важно не только решать текущие задачи, но и создать условия для снижения вероятности появления новых проблем в сфере взаимоотношений финансовых институтов с населением. В этой связи представляется важной инициатива Центрального банка России, направленная на повышение финансовой грамотности населения, что позволит практически исключить возникновение проблем на всех сегментах финансового рынка. В решении задачи повышения финансовой грамотности граждан могли бы сыграть важную роль учебные заведения и кафедры финансового профиля.

Список литературы

1. Официальный сайт ОАО «АИЖК».-URL// http://www.ahml.ru/ (дата обращения: 02.02.2016).
2. Официальный сайт РБК.-URL// http://www.rbc.ru/ (дата обращения: 04.02.2016).
3. Официальный сайт «Абсолют банк».-URL//http://absolutbank.ru/ (дата обращения: 30.01.2016).
4. Официальный сайт «Банк Москвы».-URL// http://www.bm.ru/ (дата обращения: 30.01.2016).

Тарануха К.В., старший преподаватель кафедры ПГС
Нанеишвили Т.Г., магистрант, e-mail: naneishvili.taliko@gmail.com
.
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ основных направлений повышения эффективности инвестиций в жилищное строительство Удмуртской Республики

Аннотация: в данной статье предоставлен анализ основных направлений повышения эффективности инвестиций.

Ключевые слова: инвестиции, жилищное строительство, повышение эффективности инвестиций, классификация инвестиций.

Эффективность инвестиций в строительство жилья категория, отражающая соответствие проекта целям и интересам инвесторов проекта. Для определения основных направлений повышения эффективности проекта необходимо рассмотреть классификацию основных направлений повышения эффективности инвестиций в строительство[1].

Процесс привлечения и вложения сбережений населения в жилищное строительство требует целого ряда мер совершенствования инвестиционной деятельности, которые в значительной степени должны быть направлены на повышение эффективности использования инвестиционных ресурсов. Последнее представляет собой сложную проблему комплексного характера, решение которой предусматривает формирование аспекта социально-экономической эффективности, а методические подходы к повышению эффективности инвестиций базируются на комплексном подходе, охватывающем все стадии инвестиционного цикла.

Инвестиции являются необходимым фактором развития страны и региона. Однако сами по себе инвестиции не являются достаточным фактором успешного развития и реализации инвестиционного проекта.

Проведем анализ основных показателей инвестиционно-строительной деятельности в Удмуртской Республике [2].

Таблица 1 и рис. 1 отражают инвестиции в основной капитал жилищного строительства по Удмуртской Республике по годам.

Таблица 1. **Инвестиции в основной капитал жилищного строительства по Удмуртской Республике по годам**

	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013г.	2014 г.	2015
Инвестиции в основной капитал, тыс. руб.	33614863,0	25914953,0	32704 935,0	44897352,2	41020668,3	61819746,0

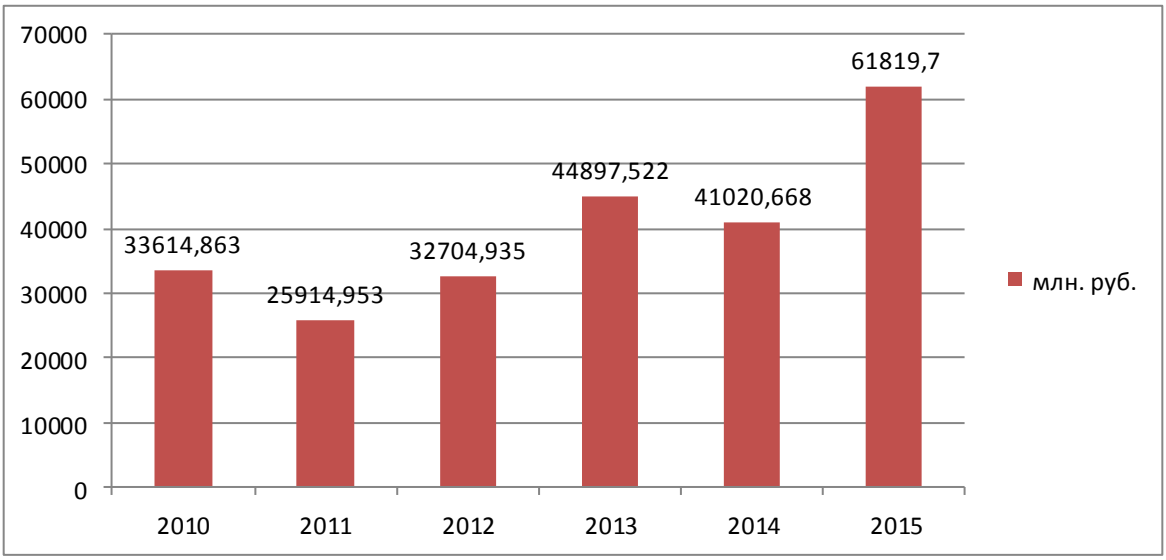


Рис. 1. Инвестиции в основной капитал, млн. руб.

По итогам 2015 года введено в действие 533,085 тыс. кв. м. жилья, что составляет 103,30% от введенного жилья прошлого года. В том числе за счет индивидуальных средств застройщиков 239,622 тыс. кв. метров.

Однако, данных мероприятий не достаточно для решения жилищной проблемы. Необходимо разработать комплексный подход для решения проблемы эффективности инвестиций на всех этапах инвестиционного проекта

Проведем анализ основных направлений повышения эффективности инвестиций.

Анализ основных направлений повышения эффективности инвестиций в жилищное строительство представлен в табл. 2

Таблица 2. **Анализ основных направлений повышения эффективности инвестиций в жилищное строительство**

Классификация	Направления		Меры повышения эффективности
По источникам	Сроки		1. Наладить управление строительным процессом 2. Наладить логистику очередности поставок на объект строительных материалов, что бы избежать простоев
	Ресурсы	Материалы	1. Импотрозамещение 2. Использование инновационных материалов 3. Более строгий учет материалов и точный расчет необходимых ресурсов
		Финансовые схемы	1. Уход от кредитования застройщиков 2. Разработка новых механизмов инвестирования жилищного строительства (субсидии для застройщиков, государственно-частное партнерство)
		Трудовые ресурсы	1. Повышение эффективности работников за счет активного применения системы премий и поощрений 2. Логическое распределение труда на всех этапах строительного производства 3. Использование программ для учета и планирования трудопропоизводства
По стадиям проекта	Проектирование		1. Использование программ информационного моделирования 2. Сокращение сроков согласования за счет усовершенствования системы взаимодействия с соответствующими органами

	Строительство	1. Индустриализация строительного производства. 2.Введение новых технологий и удобоукладываемых материалов.
	Эксплуатация	1. Использование альтернативных источников энергии 2. Использование энергоэффективных материалов
По целям проекта	Эстетика	1. Приток денежных средств в строительную сферу за счет строительства элитного жилья 2. Улучшение архитектурного образа города
	Качество	1. Контроль качества на всех уровнях строительства. 2.Повышение качества строительной продукции за счет использования информационных моделей контроля качества.
	Экологическая	1. Повышение уровня жизни за счет экологического строительства. 2. Использование экологически чистых материалов
По целям инвесторов	Бюджет	1.Пвышение эффективности расходования бюджетных средств. 2. Наращивание объемов строительства 3. Развитие государственно-частного партнерства
	Коммерческая выгода	1. Наращивание объемов строительного производства 2. Использование дешевых материалов.

В настоящее время строительству жилых объектов уделяется большое внимание, выделяются инвестиции в основной капитал, растет объем работ, выполненных по договорам строительного подряда. В структуре затрат на производство подрядных работ крупными и средними предприятиями снизилась доля материальных затрат, при этом возросли затраты на оплату труда, амортизацию основных фондов. Изменились требования к качеству строительных материалов, строительно-монтажных и отделочных работ. Рост объемов нового строительства, реконструкция жилого фонда, ужесточение требований по энергоэффективности, экологичности и пожарной безопасности способствуют расширению применения инновационных технологий и материалов для строительства, повышению качества выпускаемой строительной продукции и услуг. Только при комплексном применении методов повышения эффективности инвестирования жилищного строительства, возможно решить проблему доступ-

ности жилья в регионе и в государстве в целом. Сочетание традиционных программ капиталовложений в жилищное строительство с предложенными в данном исследовании новыми способами приведет к наиболее результативному использованию инвестиций [3].

Список литературы

1. Повышение эффективности инвестиций в жилищное строительство региона. *Тарануха Н.Л Нанеишвили Т.Г.* В сборнике: Фотинские чтения 2014 Сборник материалов ежегодной международной научно-практической конференции (осеннее собрание). Ответственный редактор Мохначев С.А. Редактор Кадочникова И.С.. 2014. С. 197-200.
2. Комплексная оценка и выбор проектных решений в строительстве: монография / *Н.Л. Тарануха, П.Н. Папунидзе*.- Ижевск: Изд-во ИжГТУ,2009.- 204с.
3. Пути инвестирования в жилищное строительство Удмуртской Республики. Нанеишвили Т.Г., Тарануха К.В. В сборнике: Молодые ученые - ускорению научно-технического прогресса в XXI веке сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием: электронное научное издание. Ответственные за выпуск: А.П. Тюрин, А.Н. Домбрачев. 2015. С. 494-497.
4. Анализ эффективности инвестиций в жилищное строительство региона. *Тарануха Н.Л., Нанеишвили Т.Г.* В сборнике: Фотинские чтения 2015 Сборник материалов второй ежегодной международной научно-практической конференции. Ижевск, 2015. С. 123-125.

Усольцев А.В., студент, e-mail: astrum88@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Оптимизация финансовых затрат на тренировочный процесс при подготовке спортсмена к соревнованиям

Аннотация. Проведено исследование корреляционной связи между готовностью спортсмена к соревнованиям и финансовыми затратами на подготовку. Получены аналитические выражения для оптимизации видов подготовки: физической, технической, тактической, психологической, интегральной, теоретической, режима питания, питьевого режима. Разработаны предложения для решения актуальных задач оптимизации финансовых затрат на тренировочный процесс при подготовке спортсмена к соревнованиям при много вариантности реализаций выбора направлений и уровней финансирования. Намечено продолжение работ применительно к другим видам спорта.

Ключевые слова: спорт, финансовые затраты, тренировочный процесс, бодибилдинг, спортсмен.

С развитием рыночной экономики существенно расширилось развитие предпринимательства в сфере спорта, увеличилось число собственников спортивных организаций, расширился спектр и улучшилось качество предоставляемых спортивных услуг, выросло количество соревнований разного уровня.

За последние годы в спорте происходят кардинальные изменения, связанные с совершенствованием материально-технической базы, созданием новых моделей инвентаря, оборудования, тренажеров, спортивной обуви, одежды и т.д., что способствует изменению спортивной техники, совершенствованию методов тренировки, сохранению здоровья, ускоряет рост спортивных результатов. На тренировках и соревнованиях широко применяется диагностическая, измерительная, вычислительная техника, аудио- и видеоаппаратура. Развитие спортивной науки, внедрение в спорт достижений мирового научно-технического прогресса способствует привлечению к комплексному научному и информационному обеспечению подготовки спортсменов специалистов различного профиля — педагогов, врачей, биологов, физиологов, биомехаников, биохимиков, социологов, дизайнеров, инженеров, математиков и т.д., что приводит к удорожанию процесса подготовки спортсменов, особенно на этапе высшего спортивного мастерства. Расчеты показывают, что затраты на подготовку одного спортсмена на этапе высшего спортивного мастерства в 800—1000 раз (а в некоторых видах спорта и более) выше, чем на этапе начальной подготовки. Из-за ограниченности финансовых средств вопросы финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям начинают играть существенное значение и требуют оптимизации [1].

Финансирование осуществляется в следующих направлениях:

- индивидуальная подготовка спортсмена к соревнованиям,
- разработка теоретических, методических и программно-нормативных основ подготовки,
- совершенствование организационно-управленческих, экономических, материально-технических факторов подготовки,
- реализация практических мер по сохранению и восстановлению здоровья, повышения работоспособности,
- реализация практических мер по психологическому обеспечению спортивной подготовки,
- выявление тенденций развития спорта, осуществление предвидения путей развития основных компонентов системы подготовки,
- обеспечение спортивной информацией.

У каждого человека есть периоды подъема и спада, за периодом максимальной нагрузки следует период максимального расслабления, которые в общем случае имеют случайный характер. Этими циклами обычно пользуются при подготовке к соревнованиям. В соответствии с годовым графиком серьезных соревнования различного уровня, выбираются те, которые приходятся на период спортивного подъема. Для выступлений подготовленного спортсмена однозначных правил не существует, тут действует множество условий и факторов. Но даже лучшие спортсмены не могут постоянно демонстрировать свою наивысшую форму, для достижения спортивного долголетия необходимо де-

лать перерывы на отдых, только тогда спортсмен будет достаточно закален, чтобы выдержать все психические и физические нагрузки, которые несет в себе спорт [2].

Целью проведенных работ является оптимизация финансовых затрат на тренировочный процесс при подготовке спортсмена к соревнованиям с учетом случайного характера наступления периодов наибольшей спортивной активности и периодов максимального расслабления. Для решения поставленной задачи использован аппарат теории вероятностей, математической статистики, математического моделирования, теории случайных функций.

Увеличение финансовых затрат в период наибольшей спортивной активности позволяет проводить тренировки наиболее интенсивно, с большими нагрузками, при этом время восстановления после тренировок сокращается. При этом изменяются направления финансирования.

Появление периодов наибольшей спортивной активности, в общем случае, носит случайный характер, в эти периоды финансирование должно быть максимальным. Поскольку финансовые ресурсы ограничены, логичным представляется их накопление и использование в наиболее перспективные периоды. В некоторых видах спорта, например, в бодибилдинге, в подготовке, кроме общепринятых видов подготовки: физической, технической, тактической, психологической, интегральной, теоретической важную роль играют режим питания, питьевой режим и т.д. Каждый вид подготовки имеет свои локальные цели, так и цели, выходящие за рамки узкоспециальной подготовки [3].

Сложный состав оценки готовности спортсмена к соревнованиям и трудоемкость определения на практике каждого показателя приводит к необходимости выбора таких показателей, которые характеризуют определенные свойства спортсмена без идентификации отдельных качеств [4].

Связь между готовностью спортсмена к соревнованиям и финансовыми затратами на подготовку в общем случае можно описать следующим выражением:

$$R\,(X_1\,,\,X_2\,,..,\,X_i) = f\,\{R_1\,(Y_1\,,\,Y_2\,,..,\,Y_j) \times R_2\,(Z_1\,,\,Z_2\,,..,\,Z_g) \times R_3\,(V_1\,,\,V_2\,,..,\,V_k)\},$$

где R – общая комплексная оценка выступления спортсмена на соревнованиях,

R_1 –направления подготовки спортсмена к соревнованиям,

R_2 – направления финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям,

R_3 – уровни финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям,

$X_1\,,\,X_2\,,\ldots.,\,X_i$ – дифференциальные оценки выступления спортсмена на соревнованиях,

$Y_1\,,\,Y_2\,,\ldots.,\,Y_j$ – направления подготовки спортсмена к соревнованиям

$Z_1\,,\,Z_2\,,\ldots.,\,Z_g$ – направления финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям

$V_1\,,\,V_2\,,\ldots.,\,V_k$ -уровни финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям

i – количество критериев оценки выступления спортсмена на соревнованиях,

j – количество направлений подготовки спортсмена к соревнованиям,

g – количество направлений финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям,

k - количество уровней финансирования подготовки спортсмена к соревнованиям,

f – корреляционная функция, связывающая общую оценку выступления спорсмена на соревнованиях и финансирование подготовки к соревнованиям.

Для оценки ожидаемой корреляционной функции, связывающая общую оценку выступления спортсмена на соревнованиях и финансирование подготовки к соревнованиям использован статистический подход, заключающийся в максимально полном использовании статистики личных наблюдений и имитационное моделирование со случайными базовыми числами, для генерации которых использован генератор случайных чисел [5, 6]. Полученные оценки имеют вероятностный характер.

Предлагаемый подход позволяет оптимизировать финансовые затраты на тренировочный процесс при подготовке спортсмена к соревнованиям за счет разработки и внедрения оригинальной эффективной технологии учета при финансировании случайного характера наступления периодов наибольшей спортивной активности и периодов максимального расслабления. Полученные оригинальные эффектные научные результаты позволяет сократить затраты на подготовку спортсмена 5%.

Список литературы

1. *Столяров В.И., Быховская И.М., Лубышева Л.И.* Концепция физической культуры и физического воспитания (инновационный подход) // Теория и практика физкультуры. - 1998. - № 5 – С. 11 – 15
2. *Геращенко И.Г., Зубарев Ю.А., Шамардин А.И.* Роль инноваций в спортивной педагогике // Теория и практика физкультуры. - 1998. - № 4 – С. 24 – 42
3. http://www.allbest.ru/ Подготовка к соревнованиям. Бодибилдинг. Опубликовано admin Мар 6, 2011
4. *Платонов В.Н.* Теория и методика спортивной тренировки. - Киев.: Вища школа, 1984.
5. *Головин А.Н.* Новый закон распределения вероятностей случайных событий и возможности его использования в метрологии / Головин А.Н., Жиров Ю.В., Косолапов А.В., Попов В.Т., Усольцев В.П. // Тезисы докладов П Всесоюзного совещания по теоретической метрологии. – Л.: НПО «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева, 1983. – С.67 – 68
6. *Усольцев В.П.* Генератор последовательности случайных чисел. А.с. №1226451 опубликовано 23.04.86, бюллетень №15.

Чубукова Л.В, к.э.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Глазовский государственный педагогический институт им. В.Г. Короленко»

Нерациональность в поведении покупателя

Аннотация: экономическая теория основана на предположении о том, что потребитель ведет себя рационально. Однако, ряд исследований доказывают наличие нерациональных поступков в поведении потребителей. Статья содержит в себе примеры нерационального покупательского поведения. В статье делается вывод о важности дальнейшего изучения этих вопросов.

Ключевые слова: покупательское поведение, рациональное и нерациональное поведение покупателя.

Экономическая теория рассматривает потребителя как рационального субъекта, который при совершении покупок стремится к максимизации полезности. Однако, исследования ряда авторов доказывают, что потребитель не всегда ведет себя таким образом. Новое направление в экономике, изучающее влияние когнитивных факторов на принятие экономических решений, получило название поведенческой экономики.

Одним из основоположников поведенческого подхода в экономике является Даниэль Канеман, который начал подобные исследования еще в 1970-1980-ых гг. В 2002 году он стал лауреатом Нобелевской премии по экономике за применение психологической методики в экономической науке. Однако, большинство его трудов оставалось недоступным для широкой аудитории до недавнего времени. В 2013 году издательство "АСТ" выпустило на русском языке его книгу "Думай медленно, решай быстро", в которой были собраны основные результаты его исследований [1].

Второй яркой фигурой в сфере поведенческой экономики настоящего времени, на мой взгляд, является Дэн Ариели, профессор психологии и поведенческой экономики Дюкского университета (США). Его книга с одноименным названием "Поведенческая экономика" [2], написанная простым языком, сделала данную сферу знаний понятной даже для обывателя. На его личном официальном сайте http://danariely.com сделано заявление: "Я провожу исследования в области поведенческой экономики и стараюсь объяснить это простым языком".

Обобщая содержание вышеуказанных книг, можно сказать, что потребитель ведет себя нерационально крайне часто, причем в самых разнообразных экономических ситуациях. Это во многом расширяет представление о покупательском поведении, изложенном неоклассиками экономической теории.

Каждый отдельно взятый человек чаще всего оценивает самого себя как рациональное существо, принимающее рациональные решения. Далее в статье приведены некоторые примеры нерационального потребительского поведения, взятые мной из книг указанных авторов. Думаю, что на этих примерах человек

сможет осуществить рефлексию своего поведения, осознать степень влияния эмоциональных факторов, выявить "погрешности" своего мышления.

1. Эффект прайминга (предшествования) - это эффект влияния предыдущей информации на последующую без активного участия человека.

Иллюстрацией прайминга в сфере экономики может являться следующий эксперимент. Людей просили написать на листе бумаги последние две цифры своего медицинского полиса, после этого им показывали какой-то товар и просили назвать цену, по которой они бы согласились приобрести данный товар. В результате эксперимента выяснилось, что достаточно часто люди указывали в качестве цены то число, которое является окончанием номера полиса. Предыдущий опыт повлиял на последующий без сознательного понимания человека. Такое поведение нельзя назвать рациональным.

2. Эффект фрейминга - это эффект влияния способа подачи информации на совершаемый выбор. Эксперименты доказывают, что передача одной и той же информации разными способами вызывает зачастую разные реакции человека.

Примером являются два описания одного и того же прогноза врача в отношении планируемой операции: «Выживаемость в течение месяца после операции составляет 90 %», «Смертность в течение месяца после операции составляет 10 %». Эти заявления являются эквивалентными, и с точки зрения рационального субъекта должны быть оценены им одинаково. Однако, большинство людей показывают более положительную реакцию на первое заявление, говорящее о жизни, нежели на второе, связанное со смертью. Аналогично продукты с описанием «на 90 % без жира» для человека более привлекательны, чем те, на которых написано «содержание жира 10 %».

3. Парадокс относительности - эффект влияния контекста, в котором преподносится информация, на оценку этой информации.

В качестве примера приведем рекламу журнала Economist. В рекламе предлагается получать:

- электронное издание журнала за 59 долларов год;
- печатное издание журнала за 125 долларов в год;
- печатное и электронное издания вместе за 125 долларов в год.

В эксперименте участвовало 100 человек, предпочтения были следующими:

- электронное издание журнала за 59 долларов год - 16%;
- печатное издание журнала за 125 долларов в год - 0%;
- печатное и электронное издания вместе за 125 долларов в год - 84%.

Каждый заметил преимущество двойной подписки (3 вариант) перед подпиской только на печатное издание (2 вариант). Однако именно наличие второго варианта оказало влияние на выбор в пользу третьего варианта подписки.

Далее условия эксперимента были немного изменены, было предложено сделать выбор только из двух вариантов:

- электронное издание журнала за 59 долларов год;
- печатное издание журнала за 125 долларов в год.

При повторном голосовании уже 68 % участников выбрали электронную подписку за 59 долларов, и лишь 32% выбрали двойную подписку за 125 долларов.

В этом примере поведение людей, резко поменявших свой выбор, тоже нельзя признать рациональным. В этом заключается проблема относительности: мы оцениваем наши решения относительным образом, сравнивая их с доступной нам альтернативой.

4. Эффект притягательности бесплатного заключается в том, что вещи, которые мы никогда бы не стали покупать, становятся для нас совершенно неотразимыми, как только становятся бесплатными.

Покупателям было предложено сделать выбор и приобрести одну из двух конфет: шоколадный трюфель швейцарского производства за 15 центов или самая обыкновенная шоколадная конфета по цене в 1 цент. В первом раунде покупатели рационально сравнивали цены и качество конфет, а затем делали свой выбор: примерно 73% аудитории выбрало трюфели, а остальные 27% — обыкновенные конфеты.

После этого ситуация была изменена за счет введения бесплатного товара. Цена на шоколадный трюфель была установлена равной 14 центам, а обыкновенную конфету можно было получить бесплатно.

По сути, произошло снижение цены на оба продукта на один цент. По правилам экономической теории (анализа преимущества по издержкам), равнозначное снижение цены не должно было привести к изменению поведения потребителей. Но данное правило не сработало. В этот раз большинство участников отдало предпочтение бесплатному продукты (69%), шоколадный трюфель резко утратил привлекательность, интерес к нему проявили лишь 31% (вместо 73%).

Как такое можно объяснить? Покупая товар, мы всегда что-то приобретаем и чего-то лишаемся. Покупатель вечно задает себе вопрос: а стоит ли этот товар таких денег? Однако, когда нам предлагают бесплатный товар, мы не думаем о затратах и потерях, мы считаем, что такая сделка направлена лишь на получение пользы. Поэтому такой вариант всегда кажется более предпочтительным, но как было показано на примере не всегда является рациональным.

5. Эффект плацебо изначально был замечен в медицине и представляет собой явление улучшения здоровья человека благодаря тому, что он верит в эффективность некоторого воздействия, в действительности нейтрального. Аналогичный эффект проявляет себя в случаях, когда человек испытывает разные реакции на товар разной стоимости. Зачастую человек воспринимает более дорогой товар как более полезный по сравнению с дешевым товаром, даже в том случае если эти товары равны по уровню качества.

В процессе исследования больным сначала предложили испробовать обезболивающее по цене 2,5 доллара за таблетку. Почти все участники испытали уменьшение боли после ее принятия. В следующем раунде цена этого же лекарства была установлена на уровне 10 центов, в этом случае об облегчении заявила лишь половина респондентов. Потребителя вновь проявили нерациональность в своем поведении.

Руководствуясь этим правилом можно предположить, что кровать за 4000 долларов комфортнее, чем за 400, и что платье из бутика будет лучше по качеству и удобнее, чем платье, продающееся в магазине-дискаунтере.

Приведенные примеры являются лишь немногими из подтвержденных случаев нерациональности в поведении потребителя. Они идут вразрез с экономической теорией, преподаваемой в вузах. Поэтому считаю необходимым изучение поведенческой экономики в качестве дополнения к основному курсу экономической теории. Следует продолжать исследования в этой сфере для получения более полного представления о реальном потребителе.

Список литературы

1. *Ариели Д.* Поведенческая экономика. Почему люди ведут себя иррационально и как заработать на этом. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 296 с.
2. *Канеман Д.* Думай медленно... решай быстро. — М.: АСТ, 2013. — 625 с.

Шиляева О.Н, ст. преподаватель, e-mail: o.shiliaeva@mail.ru

ГИЭИ (филиал) ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Создание технопарков как инструмент развития инновационной деятельности региона

Аннотация: В статье раскрывается, какое воздействие может оказать реализация инвестиционного проекта по созданию технопарка на социально-экономическое развитие региона.

Ключевые слова: технопарк, инновационный бизнес, инновационное развитие региона, научно-технический потенциал, конкурентоспособность.

Технопарки по праву становятся ключевыми элементами инфраструктуры поддержки и развития инновационной деятельности. Именно они способны оказать поддержку инноваторам на всех стадиях инновационного процесса – от момента появления идеи до момента получения первых прибылей.

Технопарки стали появляться в нашей стране в начале 90-х гг. прошлого века. Первоначально их создавали на базе вузов. Так были учреждены технопарки в Москве, Зеленограде и Томске. Позже технопарки стали создавать государственные научные центры, а через несколько лет появились первые региональные технопарки. В настоящее время активно прорабатывается проект технико-экономического обоснования создания технопарка в городе Глазове Удмуртской республики.

С учетом сложившейся экономической специализации Удмуртской республики и муниципального образования «Город Глазов», существующей социально-экономической ситуации и макроэкономических трендов, а также долгосрочных задач развития Российской Федерации, основной целью развития региона и муниципального образования является повышение конкурентоспособ-

ности территории за счет инновационного сектора экономики и улучшения качества жизни населения.

Основаниями для создания технопарка на территории города Глазова являются Государственная программа «Создание в Российской Федерации технопарков в сфере высоких технологий», одобренная распоряжением Правительства РФ от 10 марта 2006 года № 328-Р, распоряжение Правительства Удмуртской республики № 903-р от 30 декабря 2013 года «Об утверждении Плана развития промышленных, технологических парков на территории Удмуртской Республики», распоряжение Правительства Удмуртской республики №568-р от 11 августа 2014 года «Об утверждении плана создания инвестиционных объектов инфраструктуры в Удмуртской республике».

Распоряжением Правительства Удмуртской республики № 903-р от 30 декабря 2013 года «Об утверждении Плана развития промышленных, технологических парков на территории Удмуртской республики» был утвержден Перечень пилотных проектов по созданию промышленных, технологических парков на территории Удмуртской республики. Данный перечень включает в себя 9 объектов:

- Создание «Научного и технологического парка инновационного развития Удмуртской республики»;
- Создание промышленного парка на базе высвобождаемых площадей ОАО «Концерн Калашников»;
- Организация технопарка или промышленного (индустриального) парка на базе Главного корпуса оружейного завода «Ижмаш»;
- Организация распределенного технопарка на базе ФГБОУ ВПО «УдГУ»;
- Организация «Индустриального парка «Развитие»»;
- Создание промышленного парка на базе производственных площадей по адресу: г. Ижевск, ул. Воткинское шоссе, 298;
- Создание научно-технологического парка по внедрению энергосберегающих технологий в сельскохозяйственное производство на базе ГУП «Ордена Ленина Племзавод им. 10-летия УАССР»;
- Создание научно-технологического парка по внедрению биотехнологий в сельскохозяйственное производство на базе СГУП «Рыбхоз «Пихтовка»»;
- Создание технопарка «Глазовский». [2]

Для разных проектов определены разные сроки их реализации – от 2013 до 2020 года. Однако на сегодняшний день ни один из объектов не создан в окончательном виде и не введен в действие. 8 из 9 вышеуказанных объектов будут располагаться преимущественно вблизи города Ижевска, и лишь 1 - технопарк «Глазовский» - будет размещен географически на севере Удмуртии. Целевая аудитория технопарка «Глазовский» - резиденты, расположенные в городе Глазове, Глазовском и близлежащих районах.

Основными предпосылками реализации проекта в городе Глазове являются:

1. Функционирование на территории города целого ряда промышленных предприятий с высоким научно-техническим и инновационным потенциалом.

2. Наличие в городе учебных заведений высшего, среднего и начального профессионального образования для кадрового обеспечения деятельности технопарка.

3. Действующий с 2008 года Глазовский бизнес-инкубатор имеет опыт создания условий для инновационного бизнеса.

4. Административная поддержка проекта со стороны Правительства Удмуртской республики и органов местного самоуправления.

5. Ввиду не спадающей тенденции к оттоку из города квалифицированных специалистов актуально создание на базе технопарка высокотехнологичных рабочих мест.

6. Город имеет прямое железнодорожное и автомобильное сообщение с крупными промышленными центрами России.

7. Реализация проекта по созданию технопарка в городе Глазове отвечает интересам субъектов региональной и локальной экономики. [1]

Создание технопарка будет способствовать достижению следующих целей:

- Привлечение инвестиций в инновационные предприятия города.
- Развитие малого и среднего инновационного предпринимательства.
- Создание новых рабочих мест.
- Развитие производства инновационной продукции и услуг.
- Увеличение доли инновационной продукции и услуг в общей структуре валового муниципального продукта.
- Повышение инвестиционной привлекательности высокотехнологичных отраслей города.
- Снижение миграции талантливой молодежи в столичные города.
- Повышение имиджа и инвестиционной привлекательности г. Глазова.
- Рост налоговых поступлений в бюджеты всех уровней. [1]

Создание технопарка для республики Удмуртия в городе Глазове включает в себя необходимость решения ряда задач, направленных на достижение максимальной эффективности от включения технопарка в региональную инновационную систему. К данным задачам относятся:

- Создание привлекательной инвестиционной среды в регионе, привлечение финансовых средств в сектор инновационного предпринимательства.
- Создание системы комплексной поддержки малых и средних инновационных предприятий, а именно научной, инженерной, транспортной, социальной, консалтинговой и прочих инфраструктур технопарка.
- Формирование региональной научно-производственной инфраструктуры, интеграция научно-производственного и научного потенциала региона.

- Создание производственных площадок для малых и средних инновационных предприятий для реализации инновационных проектов на начальных стадиях.
- Содействие кооперации малых и средних инновационных предприятий.
- Обучение предпринимателей в сфере высокотехнологичного инновационного бизнеса методам и механизмам рыночной экономики, системе права.
- Обеспечение развития образовательных и научных учреждений за счет коммерциализации научных разработок. [1]

Реализация поставленных задач позволит на основе технопарка сформировать отраслевой центр малых и средних предприятий города Глазова и республики Удмуртия, который позволит включиться в проект «Росатома» - Программа трансформации информационных технологий.

Можно выделить ряд задач, в решении которых технопарк будет принимать непосредственное участие и выступать одним из инструментов решения:

- Обеспечение конкурентоспособности экономики города Глазова и республики Удмуртия в связи со вступлением России в ВТО.
- Создание новых рабочих мест в высокотехнологичных производствах.
- Обеспечение подготовки для города Глазова и республики востребованных кадров.
- Формирование стратегического взаимодействия с федеральным центром по вопросам развития республики Удмуртия как форпостного региона.
- Формирование новых высокотехнологичных отраслей.
- Создание инновационно-промышленных кластеров, промышленно-производственной и технико-внедренческой особых экономических зон.
- Развитие широкого сотрудничества с зарубежными странами.
- Обеспечение равной доступности услуг обслуживания бизнеса.
- Повышение квалификации трудовых ресурсов для республики Удмуртия и других регионов России.

Для определения отраслевой специализации технопарка в республике Удмуртия были выбраны несколько критериев:

- соответствие отраслевой специализации сложившейся в регионе промышленности;
- наличие в отраслях инновационного потенциала;
- стратегическое значение отрасли для Удмуртской республики и Российской Федерации. [1]

Исходя из этого, в соответствии с федеральными, региональными и отраслевыми приоритетами развития экономики Российской Федерации в среднесрочном и долгосрочном периоде, были выбраны следующие направления деятельности технопарка:

1. Содействие развитию высокотехнологичных производств (малого и среднего бизнеса), объединенных по основным направлениям своей деятельности в ряд кластеров:

- машиностроительный кластер;
- кластер легкой промышленности;
- информационно-вычислительный кластер;
- учебный кластер;
- в перспективе другие, имеющие в настоящее время доминирующее значение для стратегического экономического развития г. Глазова и северного куста Удмуртской республики на период до 2025 г.

2. Поиск и обеспечение новых форм развития приоритетных и перспективных направлений деятельности структур малого и среднего бизнеса, обеспечивающих инвестиционную привлекательность города и его экономическое развитие.

3. Развитие малого и среднего бизнеса в рамках вышеприведенных кластеров.

4. Совершенствование и дальнейшее развитие форм и методик профильного обучения во взаимосвязи и преемственности основного и дополнительного образования.

5. Генерация, локальная апробация и последующее воплощение в жизнь креативных идей по ускоренному экономическому развитию Глазова и северного куста Удмуртской республики, тиражирование полученного опыта для других ее территориальных образований. [1]

Решение поставленных задач предполагает координированное использование потенциала механизмов финансового обеспечения федеральных, региональных и муниципальных программ развития предприятий малого и среднего бизнеса, программ грантовой и конкурсной поддержки федерального и регионального уровней, инвестиционных фондов.

Для использования этого потенциала будут решаться задачи по организации и развитию новых форм научных, технических и финансовых связей с высшими учебными заведениями, научными и образовательными центрами, промышленными предприятиями, региональными и местными органами власти и управления, ведению постоянной координационной и аналитической работы по формированию пакета перспективных направлений и разработок, планированию подготовки ресурсной и сервисной составляющих технопарка на перспективу.

В городе активно продвигается формирование сквозной инновационной структуры подготовки кадров, включающей в себя отбор одаренной молодежи, начиная со школьников и заканчивая выпускниками вузов, и активного трудоспособного населения в возрасте до 35-40 лет, что в целом на долгосрочную перспективу будет способствовать становлению пласта потенциальных работников и резидентов технопарка, повышению количества рабочих мест инновационно-активных предприятий.

Таким образом, реализация инвестиционного проекта по созданию технопарка в г. Глазове Удмуртской республики окажет масштабное стимулирующее воздействие на социально-экономическое развитие региона: позволит развить конкурентоспособные производства, стимулировать развитие малого и среднего бизнеса, создать новые рабочие места и повысить благосостояние населения города и республики.

Список литературы

1. Аналитический отчет «Бизнес-план инновационно-производственного Технопарка «Глазовский» 1-я очередь, подготовлен на основании муниципального контракта №107 от 24 июня 2015 г.
2. Распоряжение Правительства УР от 30.12.2013 № 903-р «Об утверждении Плана развития промышленных, технологических парков на территории Удмуртской республики».

Шляпина М.А., магистрант, e-mail: marinashlyapina@yandex.ru;
Гайдай Н.В., к.э.н., доцент кафедры «Финансы и кредит»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Особенности управления материально-техническим снабжением на нефтедобывающих предприятиях (на примере ПАО «Белкамнефть»)

Аннотация: Эффективная производственная деятельность хозяйствующего субъекта определена состоянием дел в части организации снабжения производства с целом, и обеспечения отдельных его частей. Наиболее перспективной частью управления снабжением можно с высокой уверенностью считать деятельность по материально-техническому снабжению. Ее значимость подчеркивается проведением контроля за денежными средствами со стороны руководящей части управления. Правильная и эффективная система снабжения в большей части позволяет оптимизировать стадию цикла по производству (изготовлению) изделий, и оптимизировать издержки обращения. Сегодня, многие российские руководители нефтедобывающих предприятий признают, что их система снабжения далека от идеала и не соответствует текущим условиям рынка, когда цены на нефть снижаются. Важно правильно соизмерить собственные возможности и потребности – вот лозунг, который должен быть использован предприятием, иначе и они несут огромные потери практически на всех этапах процесса снабжения, начиная от плана потребности в материалах и оборудовании и заканчивая этапом продаж. Поэтому важной задачей является совершенствование системы управления материально-техническим снабжением. В частности, материально технические ресурсы, задействованные в системе планирования поставок, возможно сделать оптимальными. Подобное действие устранит создание сверхнормативных ресурсов, либо ресурсов, которые нет необходимости использоваться сейчас в производстве, с другой стороны, уменьшиться проблема дефицитности ресурсов как таковых. Статья посвящена вопросам управления материально-техническим снабжением на нефтедобывающем предприятии. Рассмотрены особен-

ности организации снабжения и логистического процесса. Предложен способ усиления контрольной функции управления процессом снабжения.

Ключевые слова: материально-техническое снабжение, материально-технические ресурсы, управленческий контроль, нефтегазодобывающие предприятия, снабжение, запасы, стратегическое управление, тактическое управление.

Материально-техническое снабжение (МТС) занимает важное место в деятельности любого предприятия. От эффективной работы всех процессов МТС - формирования заказов, закупки материально-технических ресурсов, их доставки, распределения и хранения - зависит эффективность деятельности предприятия в целом и успешное выполнение его производственных планов.

Список потребляемых материальных ресурсов на нефтегазодобывающих предприятиях в связи с разнообразием их производственно-хозяйственной деятельности довольно обширен. Основные материально-технические средства, потребляемые при добыче нефти и газа: скважинные насосы, плунжеры, погружные электронасосы, капоты, штоки, насосно-компрессорные и нефтепроводные трубы, деэмульгаторы (нейтрализованный черный контакт, сульфанол и так далее), реагенты для обработки призабойных зон и забоя скважин, техническая вода, смазочные и прокладочные материалы, средства автоматики и телемеханики промыслов и многое другое [1].

Организация снабжения на предприятиях нефтегазового комплекса характеризуется некоторыми специфическими для отрасли особенностями [2]. Зачастую базы снабжения располагаются вдали от производственных подразделений, дальность расстояний, географическое положение не позволяют однозначно судить о времени и об интервалах поставки. Следовательно, создавать на предприятии минимально необходимый уровень запасов, невозможно. По опыту крупных нефтегазовых предприятий задержки поставок могут составлять не только дни, но зачастую и месяцы. Таким образом, для производственного процесса просто необходимо иметь дополнительные запасы, причем, в соответствии с масштабами производства эти запасы должны в полной мере покрывать нужды предприятия, связанные с выполнением запланированных объемов работ [3].

На примере ПАО «Белкамнефть», одного из крупнейших нефтедобывающих предприятий Удмуртской Республики, были рассмотрены некоторые особенности системы организации МТС и предложена эффективная система контроля управления снабжением.

Логистическая система на ПАО «Белкамнефть» характеризуется, в первую очередь, отсутствием отдела логистики как такового. На данном предприятии существует управление материально-техническим обеспечением (УМТО). В УМТО входят отдел запасов, отдел закупок, отдел продаж, складское хозяйство и отдел нормативно-справочной информации. Данные отделы и занимаются организацией деятельности предприятия в области логистики для достижения конкурентных преимуществ на рынке.

Для более подробной характеристики логистического процесса на предприятии важно обратить внимание на такую функцию, как «управление закуп-

ками материальных ресурсов».

При получении заявки, заказчиком в информационной системе (ИС) SAP R3 приписывается ориентировочная дата потребности материала. В соответствии с этой датой в приложении к договору и в системе SAP R3 прописывается необходимая дата отгрузки материала на склад предприятия. Закупка материальных ресурсов производится на основании тендера. От отдела закупок, контрагент получает заявку, в установленные сроки расценивает товарно-материальных ценностей (ТМЦ). Далее инженером проводится обработка полученных заявок от контрагентов. Совместно с контрагентом, предложившим минимальные цены, заключается договор или дополнительное соглашение к договору на поставку ТМЦ. Доставка осуществляется либо наемным транспортом (используются услуги компании «Деловые линии»), но чаще всего она осуществляется транспортом поставщика, стоимость которого включена в ТМЦ.

В процессе планирования и организации ресурсного обеспечения часто наиболее актуальными также становятся вопросы рационального управления запасами. В первую очередь это обусловлено несовпадением во времени моментов их создания и потребления в производстве. Согласно утверждениям О.Е. Мороза [4] и А.А. Гребенщикова [5], обеспечение оптимального уровня запасов материально-технических – это «реальный рычаг повышения конкурентоспособности промышленных предприятий».

В ПАО «Белкамнефть» потребности в МТР формируются в соответствии со стандартом организации «Формирование потребности и закупка материально-технических ресурсов» [6]. В пакете предлагаемых документов при расчете потребностей МТС выделяют как составные части: производственная программа, план ремонта оборудования, планы внедрения новой техники и технологии.

Кроме этого, учитываются предполагаемые остатки ресурсов на начало планируемого периода и мероприятия по мобилизации и использованию внутренних ресурсов. Потребность в МТР определяется следующим образом. В базе SAP R3 появляется потребность, которую заносит ответственный заказчик, затем формируется остаток, ориентировочная дата и подтверждение заявки. Контроль запасов на предприятии осуществляется инженером отдела запасов ежедневно в ИС SAP R3, где весь процесс является прозрачным и ведется полный учет и контроль.

Для того чтобы наглядно рассмотреть цепь поставок ПАО «Белкамнефть», от поставщиков ТМЦ до потребителей 2 уровня, представим рис. 1.

Поставщиками ТМЦ являются такие компании как: ЗАО «Электроснабсбыт», ООО «Виннер-Строй», ООО «Техноавиа», ООО НПФ «Пакер». Потребителем 1 уровня является ОАО «Русснефть», ОАО «НК Нефтиса». Потребителем 2 уровня является ОАО АК «Транснефть».

Важной функцией управления МТС на предприятии является мониторинг состояния и оценка эффективности ресурсного обеспечения производства. Ввиду этого были изучены различные методические аспекты оценки эффективности МТС. Особенно заслуживает внимания подход к систематизации показателей оценки Р.Р. Загирова [7].

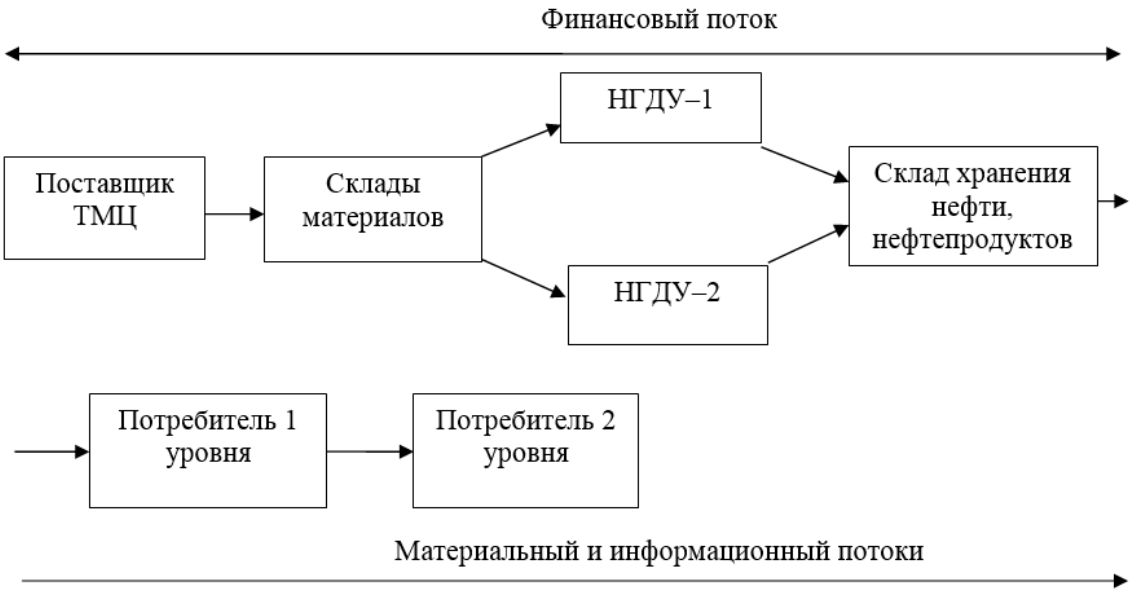


Рис. 1. Цепь поставок, в которую входит ПАО «Белкамнефть» [6]

Поэтому, систему управления предприятием и, в частности, управления материально-техническим снабжением можно представить в виде комплекса взаимосвязанных процессов стратегического и тактического управления (рис. 2).

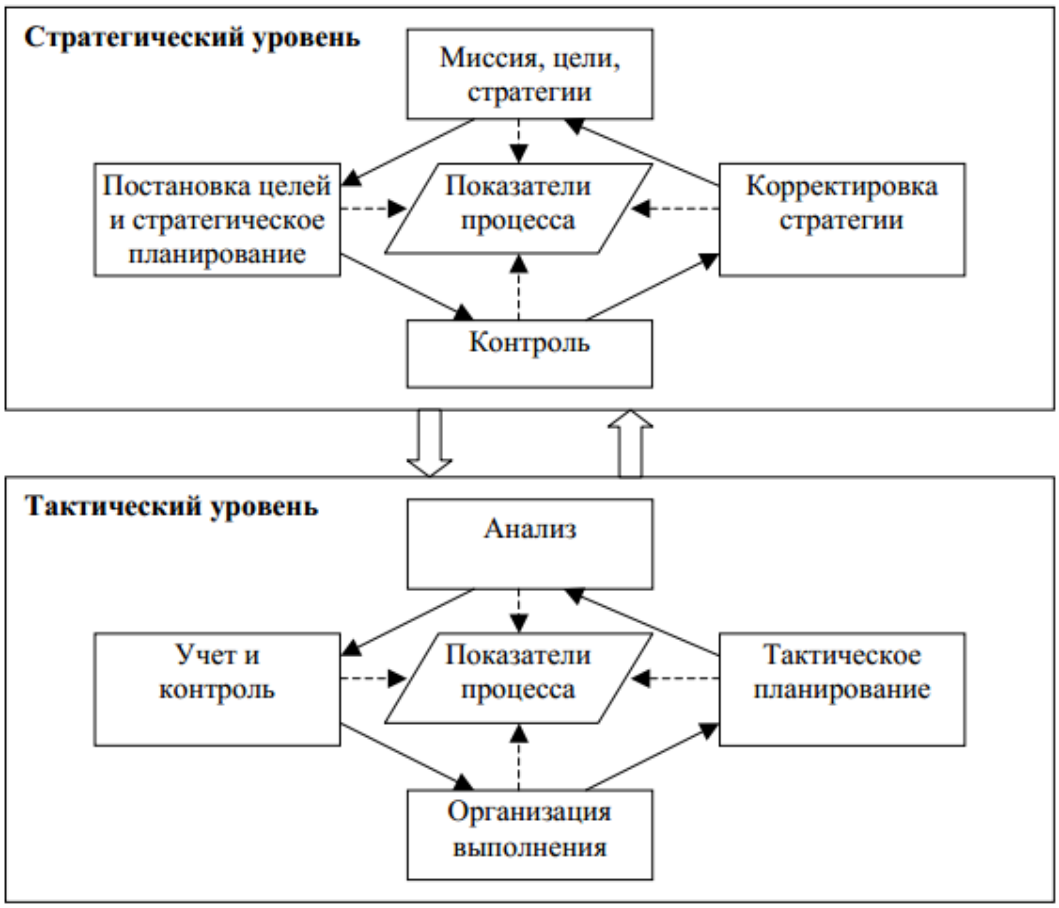


Рис. 2. Схема обеспечения управленческого контроля на стратегическом и тактическом уровнях управления снабжением

При высоком уровне качества стратегического управления ПАО «Белкамнефть», проводя на регулярной основе стратегический анализ, получит возможность заранее предвидеть последствия от воздействия неблагоприятных факторов. При этом руководство компании формирует в текущем времени наиболее выигрышную стратегию управления снабжением, которая учитывает все вышеперечисленные факторы. Тактическое управление должно ориентироваться на средства осуществления поставленных выше целей и задач. Все это позволит увеличить в ПАО «Белкамнефть» процесс контроля за снабженческой деятельностью, адаптированность объекта к постоянно меняющимся изменениям экономической ситуации в стране.

Список литературы

1. *Валиуллина Л.А., Фищук Е.Н.* Организация службы материально-технического снабжения и особенности формирования производственной потребности в ресурсах на предприятиях нефтяной и газовой промышленности // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. - 2014. - № 30. - С. 234-237.
2. *Васина А.Б.* Системный подход к управлению производственными запасами на предприятиях нефтегазового комплекса // Российское предпринимательство. - 2012. - № 09 (207). - С. 85-91.
3. *Макарова Е.А.* Логистическое обеспечение закупочной деятельности предприятий нефтегазового комплекса // Экономика. Право. Менеджмент: сборник трудов молодых исследователей БГУЭП. - 2015. - № 1 (3). URL: http://izdatelstvo.isea.ru/epm/archive.aspx?id=34 (Дата обращения 27.02.2016).
4. *Мороз О.Е.* Совершенствование организационно-экономического механизма управления материально-техническим снабжением в строительстве: автореф. дис. … канд. эконом. наук: 08.00.05 / О. Е. Мороз. - Махачкала, 2011. - 164 с.
5. *Гребенщиков А.А.* Оптимизация материально-технического снабжения энергетической компании / А. А. Гребенщиков // Соврем. проблемы науки и образования. - 2007. - № 4. - С. 133-136.
6. *ПАО «Белкамнефть»* [Электронный ресурс] / Официальный сайт. - URL: http://belkamneft.ru (дата обращения 27.02.2016).
7. *Загиров Р.Р.* Методика анализа показателей процесса материально-технического снабжения // Нефтегазовое дело. - 2006. - № 1. - С. 1-4.

Melkumyan D.V., Master’s Degree Student, e-mail: mel-diana@yandex.ru;

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Systematization of strategic objectives for the regional development

Abstract: This article describes the systematization of strategic objectives for the regional development. The purpose of this research is to review and summarize the literature on the benefits and drawbacks of system. This article can be interesting for managers and persons who interested in the region's economies.

Keywords: systematization of the strategic objectives, objectives model, development of the region.

Organizing and defining objectives of regional development goals are one of the major steps in strategic management. Strategic objectives determine the future status of the region, reduces the influence of the environment risk, consolidate society and become a universal factor in its development.

The strategic objectives in the region are a bunch of regional policy between two levels: they are federal and county. For the region itself it's set measurable goals and criteria for evaluation of regional development. The aim is to adjust them at their strategic planning development of the region [1, p. 73-83].

My approach for the systematization of the strategic objectives of regional development is based on the methodological principles of strategic development of academician L. Abalkina [2, p. 49-54.], and on interdisciplinary research methodology in the region as the subject of goal-setting. [3] It is the goal of objective laws based on the system analysis [4], and the specifics of the region as an organizational system.

The strategic goal of the region gives a preliminary condition for the future of the region and its scheme to achieve. Each region chooses the path of development based on various factors (natural resources, human capital), investment, and innovation. For example, the strategic goal of the development of the Kaliningrad region must be as following: achieve the standards of living comparable with foreign neighbors (Lithuania and Poland) through innovative development.

Strategic goal setting of socio-economic development is a systematic process of planning, development, coordination and selection of strategic goals for their content indicators. The implementation of the objectives is carried out simultaneously with the implementation of strategies and it's called the purpose of implementation.

The process of implementation of the goals is based on the following conceptual provisions:

- there are a lot of strategic objectives or space of goals,
- there are many ways to achieve the same goal, space of strategy;
- objectives of a region can be typical (common) and special;
- objectives and strategies have different time scale; they can be long-term, medium-term and short-term;
- objectives and the strategies form a hierarchical (multi-level) system;
- development, selection and implementation of objectives and strategies form a continuous process;
- selection of targets of socio-economic development of the region is a conscious act of will and is associated with the economic policy of the state.

Systematization of the strategic objectives of regional development, logical organization, methods, systems and means of activity [5, pp. 15-27] is based on the concept and algorithm of the process which is determined by the properties of the region as a system and organization, it's also the maturity of the region as the subject of goal-setting.

Selection of objectives is associated with the assessment of reality, rejection of other purposes, other language (semantic, temporal and numerical). It is the process of constructing a model of the goals, which (as any model) has the assumptions, limitations. Objectives model is the result of the goal of the preparatory process.

The objectives of development of the region are formed in three stages. At the first stage targets of the region are determined as a subsystem of the national economy (macro-level objectives). At the second stage targets of the region are formed as an organizational system (meso-level objectives). The third stage of the goal-setting is associated with the elements (subsystems) of regional system, with its internal structure (micro-level objectives). In this way it is formed a "step by step" scheme of the strategic objectives of regional development.

Multi-stage nature of the goals of the region determines the structure and the organization of goal-setting process, which can be represented by the following project:

1) Forming the general (typical) strategic objectives of development of the region and its main target carries at the macro level;

2) The selection of the specific objectives of development of the region and their coordination with the target carries at the meso level;

3) Development of differentiation (the hierarchy) of the objectives, evaluation and specification in time and space at the micro level;

4) Modeling and choice of a quantitative range of objectives:

5) Coordination with the representatives of target carries.

Investigation actions and composition levels (process structure) can vary. For example, after determining the specific objectives of the region, you can go directly to the process of modeling and select quantifiable targets; relationship goals can be combined into one level, which can be carried after selecting quantifiable targets. Selection of purposes is carried out in several stages. It is associated with the typology of regions.

Formation of the general (typical) strategic objectives of development of the region and its main target carries. The objectives of the region as an organizational system that has the properties of individual structures are formed for systematization, generalization, formalization of individual and group goals. It is impossible to fully take into account the infinite variety of individuals, organizations, and the characteristics of their relationships. In the region as an organizational system there are system-wide, or model, goals that are formed in a result of the integration, consolidation of its main objectives of the active elements (population, business community, governments).

Strategic priorities of Russia’s population of the region may include the following purposes: provide the improved level and quality of life comparable to other developed nations; ensure strategic security and stability; create the scope for the development of intelligence and personality; ensure the creation of strategic institutions, infrastructure, and environmental protection.

The strategic objectives of the business world include the provision of long-term economic efficiency of business; capital growth and capitalization; ensuring strategic stability of the business environment, business socialization, strategic coop-

eration with the authorities; ensuring strategic security, infrastructure of business development institutions.

The main strategic goal of development of the region can be used by canonical goals of lower level. Promote a continuous and balanced growth and stability; ensure increase of competitiveness of the region; assist in accelerating the improvement of the level and quality of life; create a high level of employment; strengthen the relationship between the regions; contribute to the strengthening and development of strategic security, policy institutions and infrastructure, also protect nature.

An important place in the system of regional development goals of the region occupies a continuous and balanced economic growth. It is provided by a continuous high (leading) rate of economic development, balanced economy with different spheres (social, environmental), in different directions (at sectoral and territorial structure, in income inequality between different social groups, on improving the balance of foreign trade activities).

In today's Russia, in accordance with the international practice leading by socio-economic development, the main strategic goal of regional development becomes improving the level and quality of life of the region. Other goals help its achievement (continuous and balanced growth, increasing competitiveness of the region on the basis of innovation, creating high levels of employment).

These objectives are common for all developed countries (regions with a stable economic growth and a dynamic structure of the economy) and developing regions (moved from stagnation to economic growth and the transformation of the economic structure).

The main strategic goals of regional development have the same content with the macroeconomic objectives of the state. It is a one-use for all countries with market economies and forms their objective function. Aims of the region may be represented in the conglomerate form, aggregate form generated from mentioned above objectives (welfare function, total value).

When you create a multi-stage regional structure, it is productive to use a priority-stage and stratification approach. It helps to decompose the priority objectives of the macro-level to the desired depth of detail.

A result of objectives modeling is formulated conditions which help to achieve certain values of meters purposes. Correlation of values of meters objectives, timing and resources is displayed by the triangle of the project dynamics.

Selection and coordination of region-wide strategic objectives are created in the frame of negotiations on the basis of social partnership, the Constitution and the laws of the region. It takes into account the regional policy of the Federation and its laws, vision and mission in the region. The decisive role in the selection and coordination of the objectives has a model of regional development and a model of behavior of regional authorities.

Systematization of strategic objectives for the development of the region is connected with the necessity of quantitative modeling and differentiation of regional development. The implementation of the goals and strategies should be implemented in a single system making strategic, tactical and operational decision-making and is closely realeted with the economic policy of the region.

References

1. Abalkin LI strategy selection problem in the XXI century // Problems of the theory and practice of management. 1998. №2. S. 49-54.
2. Granberg strategy of territorial socio-economic development of Russia: from idea to realization // Questions of economy. 2001. № 9. S. 15-27.
3. *Shvetsov A.* The liberalization of the state regional policy // Questions of economy. 2006. № 7. S. 73-83.
4. Shekhovtseva LS manages the development of the region: a strategic goal-setting: Monograph Kaliningrad: Izd Immanuel Kant 2005.
5. System analysis and decision-making: the dictionary catalog: Proc. manual for schools / ed. VN Volkova VN Kozlov - M .: Higher. school; 2004.

Prajová V. PhD. student. e-mail: vanessa.prajova@stuba.sk;
Božek, P. PhD. Assoc. Prof. pavol.bozek@stuba.sk;

Slovak University of Technology, Faculty of Materials Science and Technology, Institute of Applied Informatics, Automation and Mechatronics, J. Bottu 25, Trnava 91724, Slovakia

The implementation process of integrated marketing communication in the manufacturing plant*

Abstaract: IMK process it based on the process of creating marketing communication strategy and plan that diagram and description of the scale of work further on the strategy of the company, from the analysis of customer requirements, whose outputs are suggestions to improve customer satisfaction and loyalty and marketing communication process. The implementation process is the realization of IMK. The implementation process in the company IMK is important to follow the plan of marketing and communication process. Efficient functioning of IMK implementation process must respect the objectives, planning and components IMK.

Keywords: marketing communication, implementation, stage.

After the analysis, the use of ICT in manufacturing companies that, to increase the competitiveness of these enterprises should begin to strengthen some interactive forms of IMK. In recent years seen a big boom in social networking. In addition to ordinary users get their benefits already noticed by some entrepreneurs. The results of the analysis and the results of the analysis of external companies showed that this leaves significant scope for integrated marketing - communications platform through which businesses may interact with customers, detect its needs, preferences, and not least because of the views. From the analysis, the profiled customer who is a beneficiary of the social network Facebook, university educated, aged 24-45 years, with an annual household income of over € 1,300 and from places which have over 100,000 residents. Through communication with those customers on the social network, busi-

ness receives feedback and so can react flexibly and adapt their activities in the field of integrated marketing communication. [3]

The implementation process of integrated marketing communication, which is characterized by various stages [4]:

- *The stage design* - provides the basis for proper and successful implementation of the process of integrated marketing communication.

Draft documentation and documentation of the process must be carried out by workers in an organization created in the conceptual phase, which were defined in the rules of operation and was created in order to implement the process. At this stage, it creates a description of the process as the process of implementation and management of the organization. It is a document that will be presented to senior management, other employees and will provide a link between the vision and the actual implementation.

An integral part of this phase of the training / retraining of employees directly involved in the process of integrated marketing communications to meet the requirements of the organization. For workers who are in the process carried out various activities. Therefore, it is necessary to have the process involved employees who are competent in terms of their education, training, ability to use their knowledge and skills. Training / retraining of employees involved in the data-IMK must possess the knowledge, procedural knowledge, communication skills, skills to work with modern communication and information technologies, skills in information security and not least the skills of coping with difficult and problematic situations.

IMK after documented process leads to its commenting and approval. Workers performing the activity process, together with the senior management team of workers and drawing up the process, submit their comments, which were then incorporates into the process while the process of removing any gaps. Impetus to the implementation stage of the process is agreed and approved documentation process and its top management. [2]

- stage of implementation - a phase during which there is a process of introducing into practice. At this stage, all personnel involved process of performing a specific process activities in accordance with the approved documentation process. There is additional documentation and process changes according to the needs resulting from the introduction into practice. As part of this phase is the re-training of internal auditors, whose task is to prepare and evaluate the audit process and the audit of the process.
- verification stage – at this stage, it prepares audit process, and carried out the actual audit process and its evaluation. To the assessment and evaluation of the completeness of the established process, verification of compliance with the requirements of the organization. The output of this stage is the audit report that provides an accurate record of the audit and the findings, conclusions and recommendations for improvement.
- stage improvements – in that phase of the process in place to improve on the results of the audit process IMK.

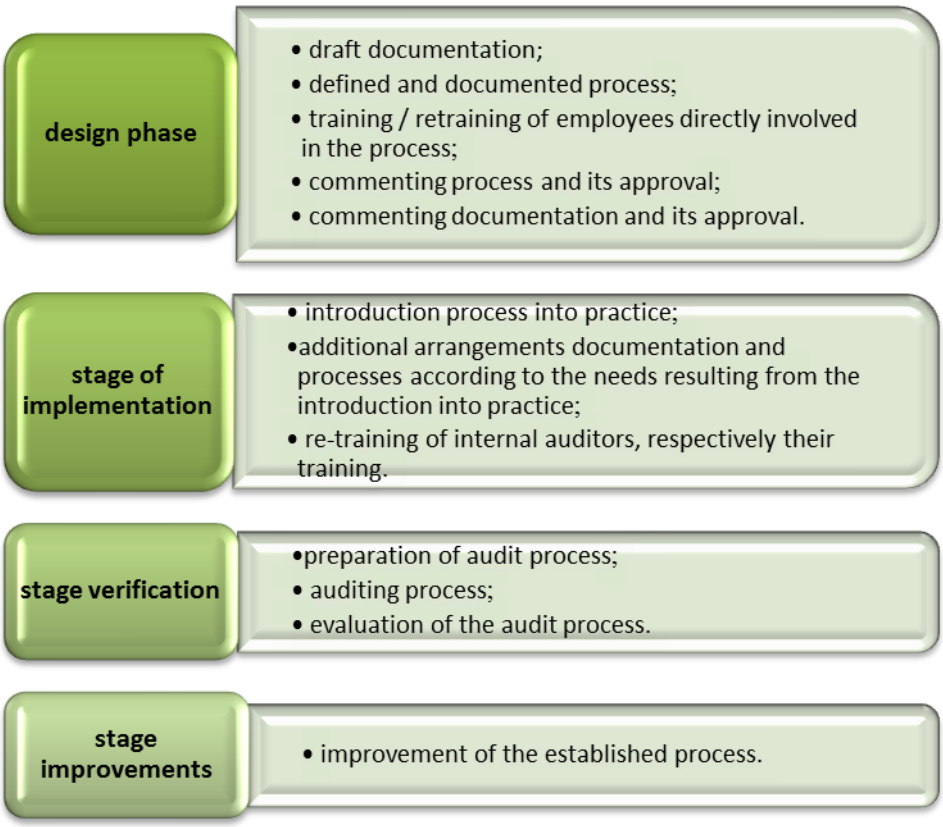


Fig.1 The implementation process IMK [3]

The proposed implementation process IMK is prepared, in general, and its application should be possible in any organization. If nature does not allow organizations to apply any of the actions proposed by IMK implementation process, it is possible to assess the modification, respectively accumulation of steps, depending on the organization's own terms.

IMK importance of the implementation process in organizations will only take effect when the process is constantly active. Appropriate instrument for the implementation of corrective actions and improvements in the methodology of PDCA (Plan / Plan - Do / do - verify / check -, act / act) that can be used at all levels of the organization. [2]

This tool can be briefly stated as [5,6]:

✓ Plan (P) – Planning and design process IMK - at this stage there is in setting objectives and programs to determine the activities and to determine the resources needed to achieve the necessary results in accordance with the marketing and communication strategy, business plan and in accordance with the requirements of the customer.

✓ Do (D) – The application process IMK - phase embodiment of the process - where there is assessment of the existing situation, the identification of the target group in setting objectives IMK, the selection of appropriate communication tools for compilation of communications information to develop systems to measure the effectiveness and efficiency of the IMK, the verifications of information security and not least to management and coordination of IMK.

✓ Certified (C) – Keeping the process IMK - at the stage of verification occurs the collection of information for the analysis and evaluation of feedback, the verifications

satisfaction with the application of tools for monitoring and measuring process to review potential risks and review the process.

- ✓ Action (A) – Process improvement IMK - it is the phase during the formation of the conclusions, the observed deficiencies, the determination of the corrective measures for continuous improvement of process performance IMK.

It is evident that communication through traditional media in developed countries decline to some extent. We stand at the beginning of development, which requires new forms of integrated marketing communication in organizations of various types. The quality of external and internal communication in an organization can have a direct impact on the positive results of their own business activities, increasing competitiveness to reduce costs, but mainly on the improvement of relationship building customer confidence. The criterion of the quality of communication activities can not be quantity but especially their optimal differentiated track.[1]

Prospects for the development of quality communication is based, inter alia, the implementation of an integrated system approach and the application of multimedia that can be outsourced (but internal) communication with an emphasis on the resulting effect.

Acknowledgements

Currently one of the most important indicators for the enterprise are financial indicators. Using the proposed implementation process IMK, swiping all parts of this process and the possibilities of social networks in the IMK is also reflected in increased business competitiveness, which also lead to financial benefits of such an undertaking.The contribution is sponsored by VEGA MŠ SR No 1/0367/15 prepared project „Research and development of a new autonomous system for checking a trajectory of a robot“ and project KEGA MŠ SR No 006STU-4/2015 prepared project „University textbook "The means of automated production" by interactive multimedia format for STU Bratislava and Kosice“.

References

1. *Boyd D. M. – Ellison N. B.,* (2007) Social Network Sites : Definition, History and Scholarship. [online], [cit.2016-01-02], Available on the Internet: http://jcmc.indiana.edu/vol13/issue1/boyd.ellison.html.
2. *DePelsmacker P. - Geuens M. - Van Den Bergh J.,* (2003) Marketing communication, Grada Publishing, Praha, ISBN 80-247-0254-1 Morua M., Watt D.N. Information Technology in Complex Systems // The Env. Journal. August 2014. Vol. 5, № 5. PP. 93-100.
3. *Hlinková D.,* (2011) Social Networking - effective trend in marketing communication, In: Proceedings of scientific studies on the history and theory of marketing communications and media nr.10, Book&Book Publisher, ISBN 978-80-970247-5-8, str.221-233.
4. *Kitchen P.J. – Schultz D. E. – Kim I. - Han D. – Li T.,* (2004) Will agencies ever „get“(or understand) IMC? European Journal of Marketing, 38 (11/12), str. 1417-1436.
5. *Kitchen P.J. – Schutltz D.,* (1999) A multi-country comparison of the drive for IMC. Journal of Advertising Research, 39.
6. *Schultz D.E. – Schultz H.,* (2003) IMC – the next generation: five steps for delivering value and measuring returns using markting communication. New York: McGraw-Hill.

Раздел 7. Техносферная безопасность

Содержание

Борисова А.А., Мухачева Е.А., Юнусова Л.З. Выбор метода очистки сточных вод гальванического производства (на примере ОАО «Ижевский радиозавод»)..... 532

Корепанова В.Ю., Гасников К.В. Формирование «Системы 112» в странах Европейского Союза и Российской Федерации..... 536

Костин Д.М., Севастьянов Б.В. Применение информационных технологий в системах управления охраной труда: опыт российских нефтегазовых предприятий 541

УДК 502/504+504:574

Раздел 7. Техносферная безопасность

Борисова А.А., магистрант;
Мухачева Е.А., магистрант, e-mail: evgenija2712@rambler.ru;
Юнусова Л.З., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Выбор метода очистки сточных вод гальванического производства (на примере ОАО «Ижевский радиозавод»)

Аннотация: Очистка сточных вод от промышленных предприятий в настоящее время является актуальной проблемой. Сложность и неопределенность данной проблемы вызвана большим множеством промышленных технологий. Соблюдение технологии очистки сточных вод является грамотным решением проблемы очистки промышленных стоков.

Ключевые слова: очистка сточных вод, гальваническое производство, загрязнение окружающей среды.

Выбор технологической схемы очистки стоков зависит от различных факторов: требований к качеству и объемов очищаемых сточных вод, вида производства, используемого сырья. Подбор очистных сооружений предусматривает комплексную оценку производственных условий: наличие квалифицированных специалистов, наличие имеющегося очистного оборудования, наличие производственных площадей для усовершенствования имеющегося и размещения нового оборудования, входящие и требуемые на выходе концентрации загрязняющих веществ и многое другое [3].

Гальваническое производство одно из крупнейших потребителей воды, а его сточные воды – одни из самых вредных и токсичных. В результате этого, появляется ряд проблем в гальваническом производстве. Использование новой технологии может значительно повлиять на снижение объемов сточных вод, а так же на увеличение эффективности очистки [4].

Одним из основных видов отходов в гальваническом производстве являются промывные воды смешанного состава, которые состоят из нескольких видов тяжелых металлов и других примесей. Очищать такие стоки весьма сложно. Из-за сложного состава шлама весьма непросто удается выделить металлы, а если и удается, то могут возникнуть проблемы с дальнейшей переработкой и утилизацией отходов. Замкнутая система водоснабжения с электрофлотационной очисткой используется для того, чтобы: снизить количество тяжелых металлов в сточных водах до требуемого ПДК; используемые воды, подвергшиеся

очистке возвращать в технологический цикл; а извлеченные примеси – на переработку или утилизацию. Таким образом, очистка сточных вод гальванического производства является одной из самых актуальных проблем [1].

По технологическим процессам и, соответственно, используемому оборудованию, способам очистки сточных вод гальванического производства можно представить следующую классификацию:

- механические / физические (отстаивание, фильтрация, выпаривание);
- химические (реагентная обработка);
- коагуляционно-флотационные (флотация, флокуляция, коагуляция);
- электрохимические (электрофлотация, электродиализ, электролиз);
- сорбционные (сорбционные фильтры, ионообменные фильтры);
- мембранные (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос, электродиализ);
- биологические [2].

Отстаивание, электрокоагуляция и электрофлотация являются наиболее часто используемыми методами очистки сточных вод от гальванического производства. Проведем сравнение этих методов по основным параметрам, необходимым для эффективной очистки (табл. 1).

Таблица 1. **Сравнение основных параметров выбранных методов очистки сточных вод гальванического производства**

№ п/п	Параметр	Отстаивание	Электрокоагуляция	Электрофлотация
1	Производительность оборудования, $м^2$ – $м^3$/ч	8-11 $м^2$ на 6 $м^3$/ч	4–5 $м^2$ на 6 $м^3$/ч	2 $м^2$ на 6 $м^3$/ч
2	Энергопотребление, кВт ч/$м^3$	–	1 – 1,5	0,25 – 0,5
3	Вторичное загрязнения воды	–	Fe 1 мг/л Al 0,5-1 мг/л	–
4	Вторичное загрязнение твердых отходов	–	до 35% (Fe, Al, Cr6+)	–
5	Режим работы	Непрерывный	Периодический	Непрерывный
6	Сменные элементы	–	Fe и/или Al - анод (10-20 дней)	Ti –анод (5–10 лет)
7	Твердые отходы	Пульпа 98% влажности	Пульпа 98% влажности	Флотоконцентрат 95-97% влажности
8	Эффективность очистки, %	75 – 85	85 – 95	97 – 99

Тем не менее, проанализированные выше методы очистки сточных вод гальванического производства, самостоятельно не способны достичь выполнения современных требований: очистка до норм ПДК сточных вод, особенно по тяжелым металлам, таким как медь; возврат воды в технологический цикл галь-

ванического производства; низкая стоимость очистки, утилизация ценных компонентов [5].

Достижение требований ПДК осложняется трудным финансовым положением промышленных предприятий РФ. Основным решением данной проблемы является внедрение новых технологий очистки воды и рационализация водопотребления гальванического производства [4].

Гальваническое производство ОАО «Ижевский радиозавод» расположено на производственной площадке предприятия. Очистные сооружения гальванического цеха и участок доочистки стоков действующих очистных сооружений размещаются в Энергоцехе ОАО «ИРЗ».

Водоснабжение реконструируемого гальванического производства (табл. 2), согласно Техническому заданию Заказчика, осуществляется водой II-й категории (по ГОСТ 9.314-90) и дистиллированной водой (по ГОСТ 9.314-90) от систем водоподготовки для гальванического производства.

Таблица 2. **Расчет водопотребления и водоотведения гальванического цеха**

Наименование водопотребления	**Водопотребление**			**Водоотведение**		
	Качество воды	**м^3/сут.**	**м^3/час**	**Сети**	**м^3/сут.**	**м^3/час**
Технологические нужды	–	87,916	10,675	на ОС	86,236	10,675
Хозяйственно-бытовые нужды	–	4,032	–	на ОС	4,032	–
Всего	–	91,948	10,675	на ОС	90,268	10,675

На предприятии действуют сети промышленной и хозяйственно-бытовой канализации. Сети промышленной канализации предназначены для поступления сточных вод гальванического цеха на участок очистных сооружений (табл. 3). Сети хозяйственно-бытовой канализации предназначены для водоотведения вод хозяйственно-бытового назначения и очищенной воды от очистных сооружений.

На гальванических линиях образуются следующие виды производственных сточных вод:

- (К1) К-Щ сточные воды;
- (К2) Al- содержащие сточные воды;
- (К3) Cr^{6+}- содержащие сточные воды;
- (К4) Ni-содержащие сточные воды;
- (К5) CN-содержащие сточные воды;
- (К7) Кислые концентрированные сточные воды;
- (К8) Щелочные концентрированные сточные воды;
- (К9) Cr^{6+} концентрированные сточные воды;

– (К10) CN концентрированные сточные воды;
– (К11) Резервная линия трубопроводов;
– (К12) Шлам;
– (К13) Cu-содержащие сточные воды;
– (К14) К-Щ действующие сточные воды;
– (Д01) H_2SO_4 - дозирующие системы;
– (Д02) NaOH - дозирующие системы;
– (Д03) $FeCl_3$ - дозирующие системы;
– (Д04) Флокулянт - дозирующие системы;
– (Д05) NaClO - дозирующие системы;
– (Д06) $FeSO_4$ - дозирующие системы.

Таблица 3. **Расчет водопотребления и водоотведения очистных сооружений гальванического цеха**

Наименование водопотребления	**Водопотребление**			**Водоотведение**		
	Качество	**$м^3$/сут.**	**$м^3$/час**	**Сети**	**$м^3$/сут.**	**$м^3$/час**
Стоки с ГЦ	–	90,268	11,242	в х/б канализ после ОС	90,268	11,242
Технологические нужды	–	1,600	0,200	в х/б канализ после ОС	1,600	0,200
Хозяйственно-бытовые нужды	–	2,520	–	в х/б канализ после ОС	2,520	–
Всего	–	94,338	11,442	в х/б канализ после ОС	94,338	11,442

Для очистки сточных вод гальванического производства предлагается использовать электрофлотационный метод, который позволяет очистить воду до требований ГОСТа 9.314-90 технической воды II категории «Вода для гальванического производства и гальванических промывок».

Внедрение данного метода позволит сэкономить средства на сырье, таком как цинк, медь, хром, травильные кислоты, так же позволит сократить платежи за загрязнение окружающей среды [4].

В результате чего предлагаемая схема очистки позволит не только вернуть очищенную воду в технологический цикл предприятия, но и даст возможность использовать ценные вещества с целью их продажи или возврата в производство, модернизация существующей системы очистки сточных вод позволит решить экологические проблемы предприятия, повысить безопасность производства.

Список литературы

1. *Ахобадзе Г. Н.* Методы очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов / Г. Н. Ахобадзе // Экология производства. – 2011. – № 2. – С. 45– 52.
2. *Костюкевич Г. В.* Технология очистки промывных стоков гальванического производства / Г. В. Костюкевич, И. И. Бразовский, Т. И. Евсеенко // ЭКиП: Экология и промышленность России. – 2011. – № 1. – С. 16-17.
3. *Павлов Д. В.* Универсальная система очистки промышленных сточных вод / Д. В. Павлов, В. А. Колесников // Водоочистка. – 2013. – № 1. – С. 12-16.
4. *Юнусова Л.З., Борисова А.А*. Разработка технологии очистки сточных вод гальванического производства / Научно-практический журнал «Математические модели и информационные технологии в организации производства» – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2015, №2 (31). – С. 139–141.
5. *Юнусова Л.З., Борисова А.А., Мухачева Е.А.* Обоснование параметров для подбора очистного оборудования / Научно-практический журнал «Математические модели и информационные технологии в организации производства» – Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2015, № 2 (31). – С. 141-143.

Корепанова В.Ю., магистрант, e-mail: valeriya.korepanova@mail.ru
Гасников К.В., к.м.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Формирование «Системы 112» в странах Европейского Союза и Российской Федерации

Аннотация: В данной статье производиться обзор истории формирования «Системы-112» в странах ЕС и России. Разбираются причины ввода данной системы. Рассматриваются работоспособность и эксплуатация системы в разное время. Описывается нормативно-правовая база, на которой основывается «Система-112» в России.

Ключевые слова: Система-112, единый номер, 999, Европейский Союз, Российская Федерация, 112, экстренная оперативная служба.

В 1937 году в Великобритании для оперативной связи с экстренными службами стали вводить многофункциональный номер «999». Причиной этого события был пожар, произошедший в ноябре 1935 года, где лишились жизни, пять человек. Очевидец не смог дозвониться до пожарных, из-за долгого ожидания ответа оператора, в связи с очередью на соединение. Поэтому он написал обращение в редакцию «Таймс», в котором описывалось его негодование по этому факту. Что вызвало в свою очередь государственный запрос.

Номер выбирался вследствие специфики распространенных тогда в Лондоне будок-автоматов, они были платными с 1925 года. Такое построение вызо-

ва не давало возможности бесплатного применения телефона, но предоставляло возможность свободно вызвать экстренные службы (рис. 1).

Позже подобные автоматы появились в Канаде, Бельгии, Японии, но с использованием других комбинаций цифр. В Австралии номер спецслужб три ноля «000», а в Новой Зеландии – «111».



Рис. 1. «Система 112»

Возникновение стационарных, а позже и мобильных, выявило проблему для экстренных служб. Участились случаи «Детской шалости» и случайного набора. На первый взгляд эта сложность легко избежать, изменив комбинацию цифр (к примеру, 112 или 911). Но Великобритания не стала этого делать и сохранила прежний номер.

Предложение применения номера, единого для всех служб в Соединенных Штатах появилась в 1957 году, когда Национальная ассоциация Начальников пожарной охраны (National Association of Fire Chiefs) в США пожелала создать общенациональный номер для приема звонков о происшествиях. В последующие годы американские сообщества приготовили предложения по эксплуатации номера.

В 1972 году номер экстренных оперативных служб «112» изначально был рекомендован Европейской конференцией почтовых и телекоммуникационных администраций. Позднее его утвердил совет ЕС в 1991 году и в 2002 году его утвердили как «Универсальная Сервисная Директива» с ее последующими изменениями.

В Брюсселе, в 1999 году была собрана неправительственная организация Европейская Ассоциация Номера Экстренного Вызова. Это центр решения спорных вопросов спецслужб оперативной помощи, различных сообществ, законодателей, представителей государственных органов. Ее задачей является обеспечение улучшения, повышение эффективности данного обслуживания.

Разработка «Системы-112» и ее аналогов требует большие затраты и является трудоемким процессом, потому что имеется потребность в урегулировании согласованности между службами оперативных органов. Это неявно доказывают доходы Европейской Ассоциации Номера Экстренного Вызова, которые в 2013 году составили 754 000 евро, внушительная часть которых была израсходована на заработную плату рабочих, консультантов, и на организацию мероприятий.

В ЕС «Система-112» координируются и субсидируются каждым государством-участником программы. Помимо этого был создан Фонд 112, целью которого является передача предприятиям и населению материалов, предложений по образованию таких компаний. Сегодня 81 страна использует «Систему-112».

Движение лиц без границ, гарантированная законодательством ЕС, дает возможность населению, проживающему в ЕС передвигаться, жить, работать и учиться в любой стране-члене ЕС. Поэтому появляется необходимость знания иностранного языка, оператору «Системы-112». В странах ЕС операторы 112 кроме своего родного языка, умеют общаться на французском и английском языках, что представлено на рис. 2.



Рис. 2. Мультиязычность «Системы 112»

Государства, которые являются членами «Системы-112» передали информацию о ложных звонках, данные представлены на рис. 3. Сюда не отнесли звонки, которые дублируют уже имеющуюся информацию (например, об одном происшествии сообщают разные люди).



Рис. 3. Процент ложных звонков в странах ЕС

Время ожидания очереди на ответ оператора системы 112, оказывается важным критерием эффективности работы. Время ожидания ответа в ЕС – 10 секунд, в Российской Федерации в 98% случаев это время составляет 20 секунд.

Для информирования граждан о «Системе-112» 11 февраля отмечается как день Службы 112 (рис. 4).



Рис. 4. День 112

В 90-х годах в России стала развиваться служба экстренного реагирования в ЧС, основой которой стал Федеральный закон №68-ФЗ « О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21.12.11994 года. В 1998 году Россия объединившись со странами ЕС заключила соглашение по которому номер экстренных служб становился «112».

Номер «112» – общий для всех служб был введен в регионах России в 2004 согласно Постановлению Правительства Российской Федерации № 894 от 31.12.2004, которое определяло что до ввода Министерством информационных технологий и связи Российской Федерации единого номера «112» применяется работающая на локальных сетях нумерация специальных служб. В конце 2010 года Д.А. Медведев подписал указ № 1632 от 28.12.2010, в котором разграничены области ответственности всех служб. По требованиям этого документа МЧ России будет управлять действиями по организации системы вызовов неотложных служб по номеру «112» – «Системы-112», а Минкомсвязи России руководит организацией взаимодействия с общей сетью. В Постановлении правительства № 958 от 21.11.2011 дана специфика «Системы-112» как территориально-распределенной системы в границах регионов России.

В 2013 году утвержден Федеральный закон № 9-ФЗ «О внесении изменений в статью 11 Федерального закона «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» и статью 22 Федерального закона «О пожарной безопасности», которым за органами власти регионов Российской Федерации была закреплена обязанность по разработке системы обеспечения вызовов экстренных служб по общему номеру «112», гарантии ее развития, работы.

В марте 2013 года была запущена федеральная целевая программа эксплуатации «Системы-112».

Система 112 да данное время прошла эксплуатацию и введена в действие в Республике Татарстан и Курской Области в конце 2013 года. В других регионах система находиться в режиме «автоответчика» [1, 2, 3, 4, 5].

Список литературы

1. Системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру 112. МЧС России. URL: http://112.mchs.ru (дата обращения 28.03.2016).
2. Федеральный Закон от 21 декабря 1994 № 68-ФЗ «О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
3. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2004 г. № 894 «Об утверждении перечня экстренных оперативных служб, вызов которых круглосуточно и бесплатно обязан обеспечить оператор связи пользователю услугами связи, и о назначении единого номера вызова экстренных оперативных служб».

4. Указ Президента Российской Федерации от 28 декабря 2010 г. № 1632 «О совершенствовании системы обеспечения вызова экстренных оперативных служб на территории Российской Федерации».
5. Постановление Правительства РФ от 21 ноября 2011 г. № 958 "О системе обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру «112».

Костин Д.М., аспирант, e-mail: 2081976@mail.ru;
Севастьянов Б.В., д.т.н., профессор, e-mail: sbv47@mail.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Применение информационных технологий в системах управления охраной труда: опыт российских нефтегазовых предприятий

Аннотация: Актуальность изучения применения информационных технологий в управлении охраной труда и промышленной безопасностью обусловлена тем обстоятельством, что данная деятельность на предприятиях сопряжена с необходимостью использования (консолидации, архивирования, анализа интерпретации) значительных массивов информации. В нефтегазовом секторе указанная проблема осложняется значительностью рисков, постоянной динамикой нормативной базы, высокой степенью социальной ответственности, территориальной разобщённостью производственных площадок. Целью статьи является выявление основных направлений повышения эффективности технологической составляющей систем управления охраной труда за счёт применения информационных технологий на предприятиях нефтегазового сектора России. Обобщён и проанализирован опыт применения информационных технологий в системах управления охраной труда ряда российских вертикально-интегрированных нефтяных компаний. Эмпирическими данным послужили программные документы (политики в сфере охраны труда), информационные сообщения и пресс-релизы компаний по указанной тематике, аналитические публикации.

Установлено, что основными направлениями применения информационных технологий в системах управления охраной труда на предприятиях нефтегазового сектора на данном этапе является создание автоматизированных систем сбора, хранения и обработки данных; разработка внедрение специализированных информационно-консультативных и информационно-управляющих систем; автоматизированных рабочих мест специалистов по охране труда; автоматизация производственных процессов. Кроме того, информационные технологии используются в процессе мониторинга состояния охраны труда, аттестации рабочих мест, обучения персонала в области охраны труда и промышленной безопасности. В то же время, поведённый анализ показывает необходимость дальнейшего совершенствования информационно-технической, организационной и управленческой составляющей систем управления охраной труда по всем указанным направлениям, в том числе, на базе программных продуктов, разработанных российскими специалистами.

Ключевые слова: информационные технологии, система управления охраной труда, нефтегазовый сектор.

В числе взаимосвязанных элементов эффективной системы управления охраной труда и промышленной безопасностью специалисты особо выделяют технологическую составляющую. Она включает, в частности, информацию о производственном процессе; управление изменениями в технологии; анализ рисков и управление ими и ряд других [1]. Использование информационных технологий в системах управления охраной труда (СУОТ), способствуя повышению эффективности получения, обработки и передачи информации, позволяет оптимизировать все элементы системы в целом.

Данные, приводимые российскими учёными, демонстрируют высокую степень применения IT в сфере охраны труда на предприятиях США и странах Евросоюза. На Западе существует множество программных продуктов и комплексов, способствующих созданию интеллектуальной среды, обеспечивающей информационную поддержку в сфере охраны труда и здоровья работников [2]. В России, по данным экспертов, применение видеоинформационных технологий (т.е. далеко не единственной составляющей общего комплекса) приводит к снижению травматизма и профзаболеваемости в 2-4 раза за счет повышения компетентности рабочих и руководителей работ в области охраны труда. Порядка 5-10% составляет рост производительности труда за счет снижения числа инцидентов и аварий [3].

Нефтегазовый сектор в современной России выступает в качестве драйвера экономики страны, обеспечивает наполняемость государственного бюджета, занятость и осуществление важнейших социальных программ. В то же время, в силу специфики нефтедобывающих и перерабатывающих предприятий, нефтескладов, предприятий, осуществляющих транспортировку нефти и нефтепродуктов, их деятельность сопряжена со значительными рисками для безопасности персонала. Как следствие, компании нефтегазового сектора ведут поиск путей и средств оптимизации СУОТ. Анализ практики крупнейших российских нефтяных компаний позволяет сделать вывод о том, что внедрение IT в настоящее является одним из приоритетных направлений совершенствования СУОТ. Так, программные документы Компании «ЛУКОЙЛ» декларируют в числе основных целей повышение эффективности производственного контроля, корпоративного надзора и внутреннего аудита за соблюдением законодательных требований промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды на основе внедрения современных информационных технологий, методов технической диагностики и дистанционного мониторинга в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 14001, ISO 17020, OHSAS 18001 [4].

Обобщая положения базовых нормативных документов и практический опыт ряда российских вертикально-интегрированных нефтяных компаний (ВИНК) (ПАО «ЛУКОЙЛ», НК «Роснефть», АНК «Башнефть», ПАО «Татнефть», АК «Транснефть»), а также ПАО «Газпром», выделим основные направления применения IT в деле охраны труда работников.

Одной из наиболее сложных проблем, возникающих в сфере деятельности специалистов по охране труда, является необходимость работы с огромны-

ми массивами информации. Территориальная разбросанность производственных площадок – специфическая черта многих нефтегазовых предприятий, – в ещё большей степени осложняет процесс сбора и консолидации данных. Анализ практики ВИНК показывает, что автоматизированные системы сбора, хранения и обработки данных о производственном травматизме, несчастных случаях и проч. применяются здесь повсеместно. На предприятиях сектора внедряются автоматизированные информационные системы по управлению охраной труда, представляющие собой комплекс аппаратных, программных, информационных и методических средств и предназначены для повышения эффективности управления системой охраны труда на уровне предприятия, на корпоративном и региональном уровнях [5]. Позитивный эффект достигается за счет автоматизации процессов сбора, хранения, обработки, выдачи на отображение, передачи информации по условиям труда, профессиональным заболеваниям и травматизму и анализа данных для поддержки принятия управленческих решений. Помимо экономии времени и снижения загруженности персонала, подобные мероприятия приносят и весьма ощутимый экономический эффект [6].

В качестве примера можно привести программные продукты компании ETNA EHS, разработки которой на платформе EHSM компании SAP SE широко применяются, в частности, на предприятиях «Газпрома». Внедрение в 2010 г. автоматизированной информационно-управляющей системы по охране труда, промышленной безопасности и экологии на предприятиях «Башнефти», демонстрирует положительный эффект в достижении целей по повышению качества управления и обеспечению операционной эффективности [7].

В перспективе компания предполагает возможность перехода от консолидации к более сложным операциям, в частности, анализу статистических данных, прогнозированию и проч. Программы, позволяющие прогнозировать параметры травматизма и профзаболеваний, разработаны ижевскими учёными [8].

На предприятиях отрасли широко применяются программно-технические комплексы, на базе которых функционирует автоматизированное рабочее место специалиста по охране труда (АРМ СОТ). Подобные программы (АРМ «Охрана труда», «Ассистент ТБ» и др.) предназначены для информационной поддержки деятельности специалистов, оптимизации процессов учёта мероприятий, автоматизации составления документов и проч. Так, АРМ «Охрана труда» позволяет осуществлять контроль сроков проведения мероприятий по охране труда; проводить тестирование сотрудников; создавать для работника личные карточки СИЗ в электронном виде; проводить инструктажи по ТБ, формировать списки для прохождения медицинских осмотров; составлять графики прохождения медицинских осмотров, рассчитывать компенсации за работу во вредных и опасных условиях труда и многое другое.

Масштабность, противоречивость и постоянная динамика нормативной базы деятельности предприятий нефтегазового в области охраны труда делает актуальной проблему применения эффективных информационно-консультационных систем (ИКС). Общеправовые справочные системы («Гарант», «Консультант+»), весьма информативны и доступны, однако не учиты-

вают специфику отрасли и сферы деятельности. На предприятиях нефтегазовой отрасли используются профессиональные ИКС. Достаточно популярна система «Техэксперт: Охрана труда», которая включает более 230 тыс. нормативно-правовых, нормативно-технических документов, инструкций по охране труда, программ обучения, проверочных и справочных материалов. Партнёрами программы являются такие гиганты отрасли, как «Роснефть», «ЛУКОЙЛ» и «Газпром». Кроме того, специалисты ведущих компаний отрасли в своей практике используют ресурсы библиотеки Websoft на платформе WebTutor, справочную систему «Охрана труда» и иные подобные ресурсы, содержащие как справочные материалы, анализ практики, разъяснения экспертов, так и узкоспециализированные учебно-методические комплексы, и материалы.

Рассмотренные примеры применения информационных технологий направлены, помимо оптимизации технологических параметров СУОТ, прежде всего на совершенствование её организационно-управленческой составляющей.

Другим важнейшим направлением является применения IT для осуществления отдельных функций подразделений и специалистов по охране труда. Такими направлениями являются, в частности, мониторинг охраны труда. Первые опыты применения информационно-аналитической системы мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности в ТЭК относятся к середине 2000-х гг. [9]. На данном этапе развития основной задачей осуществления мониторинга с помощью специализированных IT-продуктов специалисты видят повышение степени охвата информации об инцидентах и происшествиях, нарушениях требования охраны труда и проч. Речь идёт об учёте даже самых незначительных случаев на основе детализации и дифференциации информации. Специалисты-практики дают положительную оценку подобной деятельности с использованием возможностей «АРМ охрана труда» [10]. В российских исследованиях приводится опыт создания и применения более сложных технологических решений для регистрации опасных ситуаций на производстве и последующего использования данной информации при принятии управленческих решений [5].

Современные информационные технологии применяются в процессе аттестации рабочих мест. Программные продукты для специальной оценки условий труда, такие как «Труд-Эксперт», широко используются на предприятиях нефтегазового сектора. Данная программа позволяет автоматизировать обработку данных по результатам аттестации рабочих мест, формирует пакет отчетной документации в соответствии с действующими нормативными документами, регламентирующими порядок проведения аттестации рабочих мест по условиям труда, выполняет ряд иных рутинных и трудоёмких операций [11].

Обучение персонала в области охраны труда и промышленной безопасности – ещё одна важнейшая сфера, где применение информационных технологий даёт устойчивый положительный эффект в сравнении с традиционными методиками. Казанские учёные, проанализировав опыт ряда российских ВИНК, пишут об успешном опыте внедрения учебно-методических комплексов по охране и безопасности труда, созданных на электронной базе данных, в процесс обучения персонала. В учебном процессе в ходе профессиональной подготовки и пе-

реподготовки в области охраны труда используются такие продукты, как компьютерные обучающие системы, автоматизированное компьютерное тестирование, мультимедийные обучающие фильмы и т.д. Ведётся работа по созданию виртуальной обучающей среды [12].

Наконец немаловажным и весьма перспективным направлением применения информационных технологий в целях оптимизации деятельности в области охраны труда на предприятиях нефтегазового сектора является автоматизация ведения производственных процессов и дистанционного управления объектами. Внедрение АСУ ТП позволяет производить работы без постоянного присутствия персонала, что обеспечивает технологическую безопасность, снижает риски производственного травматизма и профессиональных заболеваний, позволяют исключить «человеческий фактор». Подобный эффект может быть достигнут также за счёт автоматизации контроля производственных и технологических процессов. По данным экспертов «Ростехнадзора» на предприятиях нефтепереработки и нефтехимии применяются современные микропроцессорные системы управления (СУ) и противоаварийной защиты (ПАЗ), разработанные ведущими мировыми производителями средств автоматизации: Эксперион PKS, или аналогичные SIMENS, YOKOGAWA. Приведём в качестве примера ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», где информация по более чем 320 тысяч параметров в режиме реального времени передается с серверов систем телемеханики по каналам передачи данных из организационных структур подразделений предприятия на сервер центрального диспетчерского пункта[13].

Таким образом, полученные далеко не полные данные о характере и основных направлениях использования информационных технологий в охране труда на предприятиях отечественного нефтегазового комплекса свидетельствуют, что положения корпоративных политик в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды поддерживается комплексом корпоративных IT-систем. Анализируя опыт крупнейших российских нефтегазовых компаний, можно сделать следующий вывод. В плане оснащённости IT-продуктами, доступа к специализированным ресурсам российские ВИНК не уступают зарубежным компаниям. На нефтегазовых предприятиях России существует развитая IT-инфраструктура, позволяющая реализовать и поддерживать современные системы автоматизации.

Перспективным направлением деятельности на современном этапе является целенаправленная работа по повышению уровня информационно-технической грамотности персонала. Знание возможностей и умение применять достижения научно-технической мысли должно стать элементом профессиональной культуры сотрудников, занятых в сфере промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды.

Список литературы

1. *Карнаух Н.Н., Рязанов И.М.* Элементы управления охраной труда и промышленной безопасностью // Справочник специалиста по охране труда. – 2008. – №6. – С. 5–13.

2. *Молчанова Е.С., Бычков Н.А., Черняев С.И.* Зарубежный опыт сбора и обработки информации по вредным и опасным производственным факторам в системе информационного обеспечения охраны труда // Информационные системы и технологии. – 2014. – №2. – С. 37–44.
3. «Информационные технологии в обеспечение безопасных условий труда»: «круглый стол» Комитета торгово-промышленной палаты Российской Федерации (ТПП РФ) по вопросам социальной политики и Национальной ассоциации центров охраны труда (НАЦОТ): URL: http://nacot.ru/vesti-regionov/%C2%ABinformaczionnyie-texnologii-v-obespechenie-bezopasnyix-uslovij-truda%C2%BB.html
4. Политика Открытого акционерного общества «Нефтяная компания «Лукойл» в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды в XXI веке: URL: http://www.lukoil.ru/static_6_5id_267_.html (дата обращения: 20.03.2016)
5. *Козлов М.М.* Разработка и совершенствование способов повышения безопасности труда работников нефтегазовой отрасли на основе применения метода регистрации опасных ситуаций : автореф. дисс… канд. технич. наук. – М.: 2007. – 24 с.
6. Сироткин М.В., Ярдухин В.В. Автоматизация процесса сбора и обработки первичной производственной информации // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». – 2007. – №3. – С. 61-64.
7. Информационные технологии: URL: http://www.bashneft.ru/company/innovations/it/ (дата обращения: 20.03.2016)
8. *Шадрин Р.О., Севастьянов Б.В.* Программное управление анализом и прогнозированием показателей травматизма и профессиональной заболеваемости работающих в Удмуртской Республике // Вестник ИжГТУ. – 2014. – № 1. – С. 110–112.
9. *Муханов В.Д., Собеневский А.Г., Кубрин С.С.* Информационно-аналитическая система мониторинга состояния охраны труда и промышленной безопасности // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. – №2–2. – С. 96–102.
10. *Жумагулова С.К.* Алгоритм мониторинга охраны труда на предприятии с помощью информационной системы ИСОТ // SCI-ARTICLE.RU. – 2014. – №6: URL: http://sci-article.ru/stat.php?i=1414750949 (дата обращения: 22.03.2016)
11. *Тимофеева С.С.* Информационные технологии в сфере безопасности: конспект лекций. – Иркутск, 2015. – 88 с.
12. *Шарафутдинов Д.К., Бадрутдинов М.Н.* Учебно-методический комплекс по охране труда на основе графического дизайна и информационных технологий // Казанский педагогический журнал. 2009. №3: URL: http://cyberleninka.ru/article/n/uchebno-metodicheskiy-kompleks-po-ohrane-truda-na-osnove-graficheskogo-dizayna-i-informatsionnyh-tehnologiy (дата обращения: 22.03.2016).
13. *Кириллова Л.С.* Внедрение технологий дистанционного контроля состояния безопасности на поднадзорных объектах // Промышленная экология, безопасность, охрана труда. – 2015. – № 6: URL: http://prominf.ru/issue/18069 (дата обращения: 25.03.2016).

Раздел 8. Системный анализ и управление

Содержание

Канев О.К. Проблема неопределенности выбора начальных условий для работы алгоритмов нечеткой кластеризации многомерных объектов 548

Култышева О.В., *Коршунов А.И.* Построение модели предметной области для сопровождения конструкторского состава приборостроительной продукции..... 553

Наумова А.Д., *Алиев Э.В.* Разработка методики нормирования и мотивации интеллектуального труда 557

Николаева Ю.В. Методы нейросетевой классификации ситуаций на финансовых рынках относительно ожидаемой прибыли 562

Пыхтеева О.М., *Алиев Э.В.* Технология организации обратной связи в проекте саморегулируемой системы среднего, высшего и профессионального образования..... 566

Сучкова Е.А. Применение методов интеллектуального анализа данных для оценки и выбора контрагентов..... 570

Ибрагимова Л.А., *Шаранова И.М.* Управление договорными обязательствами..... 576

Дыляев Н.С., *Гольцова О.Б.* Анализ физико - механических характеристик и сферы применения этиленвинилацетата..... 582

Дыляев Н.С., *Гольцова О.Б.* Проведение анализа методом расстановки приоритетов для выбора оптимального материала при производстве полномасштабных костюмов 585

Korepanova N.V., *Isakov V.G.* Statistical analysis of traffic intensity in the Izhevsk..... 590

Мерзлякова А.А., *Гольцова О.Б.* Показатели эффективности транспортных предприятий..... 593

УДК 681.51(045)

Раздел 8. Системный анализ и управление

Канев[1] *О.К.*, магистрант, e-mail: Darkshadow1993@yandex.ru

[1]ФГБОУ ВПО «НГТУ имени Р.Е. Алексеева»

Проблема неопределенности выбора начальных условий для работы алгоритмов нечеткой кластеризации многомерных объектов

Аннотация: Данная статья посвящена вопросу о влиянии задаваемых начальных условий на итоговый результат работы Fuzzy C-Means алгоритма нечеткой кластеризации. Ставится задача исследования качественных и количественных характеристик конечного результата при задании различных значений точности вычисления и экспоненциального веса. Приведено подробное описание алгоритма Fuzzy C-Means. Для проведения экспериментальной части в качестве исходных данных подготовлена тестовая выборка, на основе которой осуществляется проверка влияния задаваемых начальных условий на результат работы алгоритма. В рамках проводимого эксперимента выполняется замер времени проведения разбиения исходного множества на четыре кластера. Подсчитывается число итераций, за которое достигается оптимальное разбиение. Подсчитывается количество ошибок отнесения объекта не в тот кластер путем сравнения назначаемого ему номера кластера с поставленной ему в соответствие балльной оценкой. Осуществляется расчет эффективности работы алгоритма, выраженной в процентах, на основе подсчитанного числа ошибок. Измерения проводятся при задании разных значений экспоненциального веса и различных точностей. Получены результаты, согласно которым начальные условия оказывают влияние только на количественные характеристики конечного результата работы Fuzzy C-Means алгоритма.

Ключевые слова: многомерный объект, состояние многомерного объекта, нечеткая кластеризация, кластер, степень принадлежности, экспоненциальный вес, точность разбиения.

Кластеризация многомерных объектов является одним из основных направлений в области интеллектуального анализа данных. Это обусловлено тем, что зачастую необходимо произвести разбиение некоторого множества объектов на основе совокупности признаков. На сегодняшний день известно немало алгоритмов, выполняющих кластерный анализ многомерных данных. Достаточно известными примерами являются алгоритмы неиерархической кластеризации k-means [1], Hard C-Means [2, 3], Fuzzy C-Means [3, 4], алгоритм Гюстафсона-Кесселя [3] и Possibilistic C-Means [5, 6]. Для каждого названного алгоритма задаются начальные условия, несомненно, оказывающие влияние на конечный результат. Однако мало что говорится о характере этого влияния. Как правило, при описаниях алгоритмов указывается лишь назначение параметра, но не дается подробной рекомендации выбора его значения. Например, Штовба С.Д. в [4] при описании алгоритма Fuzzy C-Means утверждает, что значение экспоненциального веса обычно принимают равным 2, так как не существует теоретически

обоснованного правила его выбора. Разумеется, были попытки подбора оптимального значения экспоненциального веса, как например в [6], однако опять-таки не было объяснено, какое влияние на конечный результат оказывает величина данного параметра. Кроме того, при описании алгоритмов не оговаривается принцип выбора точности разбиения. Этот параметр обычно подбирают на свое усмотрение.

Таким образом, можно говорить о неопределенности выбора начальных условий для работы алгоритмов ввиду недостаточного исследования характера их влияния на конечный результат.

Целью данной работы является исследование влияния начальных условий на качественные и количественные характеристики работы алгоритма нечеткой кластеризации Fuzzy C-Means.

Необходимо произвести при различных уровнях точности и значениях экспоненциального веса оценку качества разбиения (подсчет числа ошибок и эффективности работы), а также замер времени обработки данных и подсчет числа итераций, за которое достигается оптимальное разбиение.

Эксперимент осуществляется при решении задачи разбиения множества на 4 кластера.

Выбор был сделан в пользу Fuzzy C-Means, так как в алгоритмах четкой кластеризации k-means и Hard C-Means в качестве начальных условий задается только точность, а в Fuzzy C-Means указывается в качестве начальных условий также и значение экспоненциального веса. Алгоритмы Гюстафсона-Кесселя и Possibilistic C-Means были отброшены, так как они используют ту же структуру, что и Fuzzy C-Means.

Описание алгоритма Fuzzy C-Means

Начальные условия для работы алгоритма:

- число кластеров C;
- экспоненциальный вес w;
- мера точности ε.

Шаг 1. Генерируется начальная матрица нечеткого разбиения U, которая имеет следующий вид:

$$U = \begin{vmatrix} u_{11} & \cdots & u_{1i} & \cdots & u_{1C} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \iddots & \vdots \\ u_{k1} & \cdots & u_{ki} & \cdots & u_{kC} \\ \vdots & \iddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ u_{D1} & \cdots & u_{Di} & \cdots & u_{DC} \end{vmatrix}, u_{ki} \in [0;1], \quad (1)$$

где u_{ki} – степень принадлежности k-го объекта i-му кластеру.

При этом строго должно выполняться следующее условие:

$$\left(\sum_{i=1}^{C} u_{ki} = 1 \right) \bigcap \left(0 < \sum_{k=1}^{D} u_{ki} < D \right) \quad (2)$$

Ячейки матрицы U на данном этапе заполняются случайными значениями с учетом условия (2).

Шаг 2. Выполняется расчет центров кластеров:

$$c^{(i)} = \frac{\sum_{k=1}^{D} \left(u_{ki}^{w} * x^{(k)} \right)}{\sum_{k=1}^{D} u_{ki}^{w}}, \tag{3}$$

где $c^{(i)}$ – центр i-го кластера; $x^{(k)}$ – вектор атрибутов k-го объекта.

Шаг 3. Вычисляются квадраты расстояний от каждого объекта до центра каждого кластера:

$$d_{ki}^{2} = \sum_{l=1}^{N} \left(x_{l}^{(k)} - c_{l}^{(i)} \right)^{2}, \tag{4}$$

где l – номер признака в векторе объекта/кластера.

Шаг 4. На основе посчитанных квадратов расстояний пересчитываются степени принадлежности кластерам:

$$u_{ki}^{*} = \begin{cases} 1 \ \left(d_{ki}^{2} = 0 \right) \\ \dfrac{1}{\left(\sum_{j=1}^{C} \dfrac{d_{ki}^{2}}{d_{kj}^{2}} \right)^{1/w-1}} \ \left(d_{ki}^{2} \neq 0 \right) \end{cases} \tag{5}$$

Шаг 5. Проверяется условие оптимальности полученного разбиения. Для этого вычисляется матричная норма разности старой и новой матриц нечеткого разбиения, равная максимальному по модулю элементу, и далее сравнивается с заданной мерой точности ε. Если матричная норма не превышает ε, считается, что достигнуто оптимальное разбиение. В противном случае переходим на шаг 2.

Исходные данные

В качестве исходных данных используется тестовая выборка, состоящая из 50 объектов, охарактеризованных набором из 7 признаков. Каждый признак представляет собой целочисленное значение, лежащее в интервале от 0 до 12. Каждому объекту поставлена в соответствие балльная оценка от 0 до 3. В табл.1 представлена характеристика исходных данных, где указываются диапазоны значений признака для каждой балльной оценки.

Описание эксперимента

В рамках эксперимента исследуется влияние меры точности ε на качество разбиения и количественные показатели работы алгоритма Fuzzy C-Means при разных значениях экспоненциального веса w. Осуществляется подсчет числа ошибок путем сравнения назначенного кластера с заданной балльной оценкой. В случае не совпадения присвоенного объекту номера кластера и назначенной балльной оценки фиксируется ошибка отнесения не в тот кластер. На основе подсчитанного числа ошибок определяется эффективность работы алгоритма по следующей формуле:

$$Q = \left(\frac{D - E}{D} \right) * 100\%, \quad (6)$$

где Q – эффективность работы алгоритма, выраженная в процентах; E – число ошибок отнесения не в тот кластер; D – количество объектов в выборке.

Таблица 1. **Характеристика исходных данных**

Номер признака	**Диапазоны значений для балльной оценки**			
	0	**1**	**2**	**3**
1	0-3	4-6	7-9	10-12
2	4-6	0-3	10-12	7-9
3	0-3	7-9	4-6	10-12
4	4-6	10-12	0-3	7-9
5	7-9	10-12	4-6	0-3
6	10-12	7-9	0-3	4-6
7	10-12	7-9	4-6	0-3

Кроме того, выполняется подсчет числа итераций, за которое достигается оптимальное разбиение, а также замер времени обработки входного множества.

Результаты и выводы

В табл.2 сведены результаты по исследованию влияния меры точности ε на качество разбиения, время обработки выборки и число итераций, за которое достигается оптимальное разбиение, при $w = 2$.

В табл.3 сведены результаты по исследованию влияния меры точности ε на качество разбиения, время обработки выборки и число итераций, за которое достигается оптимальное разбиение, при $w = 3$.

В табл.4 сведены результаты по исследованию влияния меры точности ε на качество разбиения, время обработки выборки и число итераций, за которое достигается оптимальное разбиение, при $w = 4$.

В табл.5 сведены результаты по исследованию влияния меры точности ε на качество разбиения, время обработки выборки и число итераций, за которое достигается оптимальное разбиение, при $w = 5$.

Таблица 2. **Исследование влияния меры точности на качество разбиения и количественные характеристики при $w = 2$**

Параметр	**Значение**				
Мера точности ε	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Время обработки, мс	1,99	2,68	3,58	4,28	4,96
Число итераций	6	9	13	16	19
Число ошибок E	32	30	29	31	30
Эффективность Q	36%	40%	42%	38%	40%

Таблица 3. **Исследование влияния меры точности на качество разбиения и количественные характеристики при *w* = 3**

Параметр	**Значение**				
Мера точности ε	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Время обработки, мс	2,14	3,71	5,08	6,19	7,61
Число итераций	7	14	20	25	31
Число ошибок E	29	30	32	31	30
Эффективность Q	42%	40%	36%	38%	40%

Таблица 4. **Исследование влияния меры точности на качество разбиения и количественные характеристики при *w* = 4**

Параметр	**Значение**				
Мера точности ε	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Время обработки, мс	2,29	4,47	6,3	8,12	9,93
Число итераций	8	18	26	34	42
Число ошибок E	32	31	30	30	33
Эффективность Q	36%	38%	40%	40%	34%

Как видно из представленных таблиц, точность разбиения и величина экспоненциального веса влияют только на количественные показатели. Для фиксированного значения *w* с уменьшением ε линейно возрастает количество итераций, а, следовательно, и время обработки входной выборки. Также при фиксированной мере точности ε с ростом значения экспоненциального веса растут чисто итераций и время обработки.

Таблица 5. **Исследование влияния меры точности на качество разбиения и количественные характеристики при *w* = 5**

Параметр	**Значение**				
Мера точности ε	0.1	0.01	0.001	0.0001	0.00001
Время обработки, мс	4,81	5,26	6,73	9,78	12,38
Число итераций	10	22	32	42	53
Число ошибок E	29	31	30	33	31
Эффективность Q	42%	38%	40%	34%	38%

Список литературы

1. *Daniel Fasulo* «An Analysis Of Recent Work on Clustering Algorithms». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://logic.pdmi.ras.ru/ics/papers/aca.pdf

2. *Jan Jantzen* «Neurofuzzy Modelling». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.68.390&rep=rep1&type=pdf
3. *Барсегян, А. А.* Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 512 с.
4. *Штовба С.Д.* Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. Винница: Континент-Прим. – 2003. – 198 с.
5. *R. Krishnapuram and J. Keller.* A possibilistic approach to clustering. IEEE Trans. Fuzzy Syst., vol. 1. no. 2, pp. 98-110, Apr. 1993.
6. *Демидова Л.А., Титов С.Б.* Подход к проблеме нечеткой кластеризации в условиях неопределенности выбора целевой функции // Вестник Рязанского Государственного Радиотехнического Университета. 2009. № 29. с. 54-60.

Култышева О. В., аспирант, e-mail: melamorim@yandex.ru
Коршунов А. И., доктор технических наук, профессор

Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета
имени М. Т. Калашникова

Построение модели предметной области для сопровождения конструкторского состава приборостроительной продукции

Аннотация: Рассматривается построение модели предметной области для системы сопровождения технически сложных изделий на примере состава приборостроительного изделия в части материалов. Изложен процесс моделирования предметной области системы с помощью унифицированного языка моделирования UML в программе MagicDraw. Применение предлагаемого подхода к построению модели предметной области системы позволит наиболее полно понять её специфику и оперативно сформировать полезные решения бизнес-проблем.

Ключевые слова: язык моделирования, UML, диаграмма классов, предметная область, бизнес-процесс.

Стремительное развитие информационных технологий оказывает на разработку информационных систем с каждым годом все более значительное влияние. Значимое положение в списке приоритетных направлений исследования в области приборостроения по праву занимает процесс совершенствования деятельности служб промышленного предприятия с конструкторской документацией. Программное обеспечение для автоматизации таких бизнес процессов должно соответствовать актуальным требованиям современных конкурентоспособных промышленных предприятий [1].

Одним из основных этапов разработки автоматизированных систем можно назвать процесс построения актуальной схемы предметной области системы. Предметная область информационной системы представляется как сочетание

реальных объектов и процессов, являющихся приоритетными для её пользователей в процессе их профессиональной деятельности [2].

Структуру предметной области можно представить в виде текстового описания или графической диаграммы. Приоритетным способом создания модели предметной области для объекта проектирования считается визуальное моделирование [3].

Наиболее эффективной для построения любой информационной модели объекта, в том числе и для проектирования модели предметной области системы [4,5,6], является методология объектно-ориентированного анализа и построения технически сложных систем. Одним из методов реализации данной методологии является унифицированный язык моделирования UML (Unified Modeling Language). Отличительными особенностями языка UML являются преимущественные возможности построения моделей для систем широкого класса с применением объектно-ориентированных понятий. Поддержка языка UML реализована специализированными программными инструментами для всех современных компьютерных платформ, с возможностью конвертации моделей в различные среды разработки программного кода [7,8,9].

Моделирование предметной области системы в различных специализированных программных инструментах является достаточно схожим процессом, а имеющиеся различия не значительны. Идентичность процесса осуществляется за счет применения единой унифицированной нотации, как на этапе проектирования предметной области, так и на всех других, последующих этапах разработки программного обеспечения для автоматизации бизнес-процессов, как это имеет место в MagicDraw [10].

Для моделирования предметной области наилучшим образом подходит структурная диаграмма классов (Class Diagram). Она наглядным образом демонстрирует объекты системы, сочетая в себе их связи и зависимости с атрибутами и методами.

Начальным этапом в процессе построения предметной области системы является моделирование структуры основного бизнес- процесса. Главной задачей при построении модели предметной области системы является определение всех этапов основного бизнес-процесса – *Рис. 1.,* а также их детальное описание и структурирование моделирование.

Для системы сопровождения состава изделия в части материалов структурная диаграмма классов представляет собой этапы выполнения производственной задачи, автоматизация которой предстоит в дальнейшем [11].

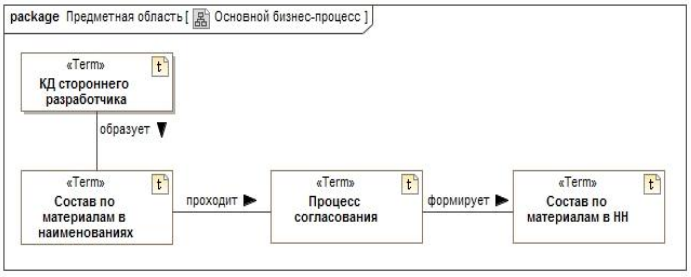


Рис. 1. Основной бизнес-процесс

На основе конструкторской документации стороннего разработчика, поступающей на предприятие, в корпоративной информационной системе образуется состав по материалам в наименованиях, т.е. так как он записан. Затем сформированный состав проходит процесс согласования со всеми службами предприятия, участвующими в бизнес-процессе. На завершающем этапе, в структуре основного бизнес-процесса, на основе состава по материалам в наименованиях происходит формирование состава изделия в номенклатуре, принятой на предприятии [12].

Для наиболее полного понимания реального бизнес-процесса предприятия основная структурная схема может быть разделена на несколько дочерних структурных моделей – *Рис. 2*. Такое подробное проектирование предметной области позволит наилучшим образом разобраться в ней всем заинтересованным участникам процесса.

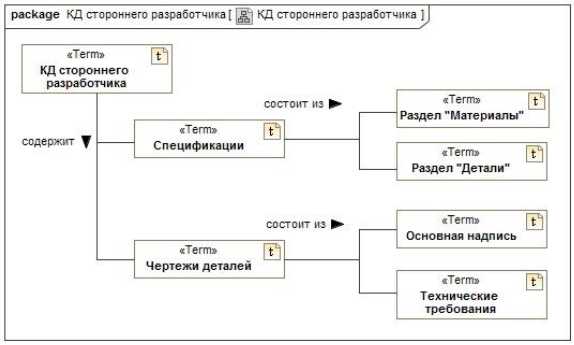


Рис. 2. Конструкторская документация стороннего разработчика

Структурная диаграмма для объекта «Конструкторская документация стороннего разработчика» визуально показывает содержание комплекта КД. Поступающая конструкторская документация на промышленное предприятие, на основании которой формируется состав изделия, содержит основные документы двух видов «спецификация» и «чертеж детали». Состав приборостроительного изделия в части материалов в этих документах содержится в разделах спецификации «Материалы» и «Детали», а также на основной надписи чертежа детали и в технических требованиях.

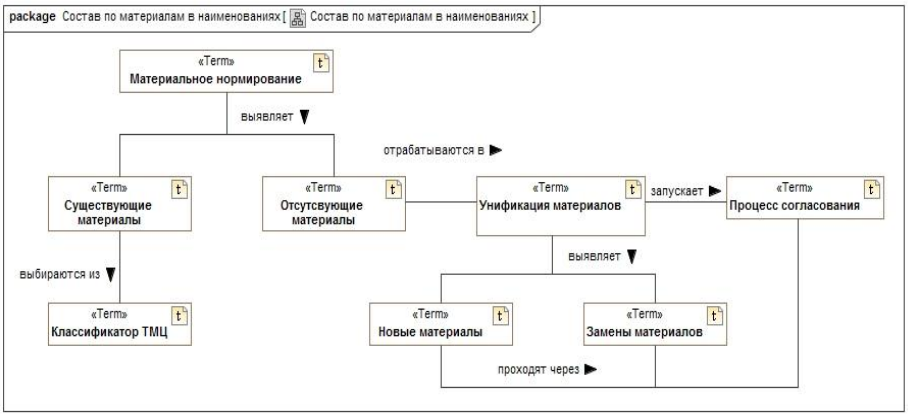


Рис. 3. Состав по материалам в наименованиях

Структурная схема для состава по материалам в наименованиях отражает процесс обращения материалов в процессе отработки службами предприятия. На начальном этапе бюро материального нормирования выявляет существующие и отсутствующие материалы – *Рис. 3.*

Материалам уже имеющимся в базе данных предприятия приводятся в соотвествие номенклатурные номера из классификатора. Отсутствующие материалы отрабатываются в бюро унификации материалов. Новые материалы и материалы, подлежащие замене, проходят через процесс согласования – *Рис. 4.*

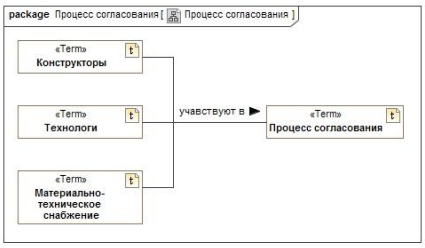


Рис. 4. Процесс согласования

Модель процесса согласования наглядно отражает службы предприятия, учавствующие в процессе согласования.

В заключение можно подвести итоги, что разработанная структурная схема модели предметной области основного бизнес-процесса и его промежуточных этапов позволяет подойти к реализации программного обеспечения для автоматизации делятельности предприятия с точки зрения объектно-ориентированной технологии. Визуальное моделирование основного бизнес-процесса хорошо воспринимается экспертами предметной области. Для понимания предъявленных структурных схем, выполненных на основе диаграммы классов, с помощью унифицированного языка моделирования UML, не требуется дополнительной специальной подготовки.

Список литературы

1. *Култышева О. В., Коршунов А. И.* Система управления ресурсами для современного промышленного предприятия // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке [Электронный ресурс]: электронное научное издание: сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 22-23 апреля 2015 года / ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – Электрон. дан. (1 файл : 33,2 Мб.). – Ижевск: ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, ИННОВА, 2015. – 1010 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Acrobat reader 6.0 и выше – С. 662-666. – ISBN 978-5-9906108-6-6.
2. *Карпова Т. С.* Базы данных: модели, разработка, реализация. – СПб.: Питер, 2002. – 304с: ил.
3. *Г. Вострov, Е. Малахов, К. Корнилова.* Проблемы моделирования предметных областей в информационных системах. http://www.codenet.ru/progr/other/modeling-problems/

4. *Голоденко Б. А., Смоленцев В. П.* САПР в мелкосерийном производстве. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1991. – 124 с.
5. *Пономарева К. В., Кузьмин Л. Г.* Информационное обеспечение АСУ. – М.: Высшая школа, 1991. – 222 с.
6. *Энгельке У. Д.* Как интегрировать САПР и АСТПП: Управление и технология / Пер. с англ. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
7. *Фаулер М., Скотт К.* UML в кратком изложении. Применение стандартного языка объектного моделирования: Пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 191 с., ил.
8. *Леоненков А. В. Самоучитель UML.* – СПб.: БХВ- Петербург, 2001. – 304с.: ил.
9. *Йордон Э., Аргила К.* Структурные модели в объектно-ориентированном анализе и проектировании: Пер. с англ. – М.: «ЛОРИ», 1999. – 264с.
10. *Р. В. Алфимов, Е. Б. Золотухина.* Описание предметной области с использованием UML при разработке программных систем. КомпьютерПресс 4’2001.
11. *Chris Marshal,* Enterprise Modeling with UML. Designing Successful Software through Business Analysis.
12. *Култышева О.В.* Проектирование электронных баз данных, допускающих технологические замены материалов изделия при подготовке конструкторской документации // Проблемы и перспективы технических наук [Электронный ресурс]: электронное научное издание: сборник материалов V Международная научно-практическая конференция, Уфа, 8 мая 2015 года / НЦ «Аэтерна».

Наумова А.Д., магистрант, e-mail: prostoigra2012@mail.ru;
Алиев Э.В., к.т.н., доцент, e-mail: eldar@istu.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка методики нормирования и мотивации интеллектуального труда

Аннотация: В данной статье рассмотрены проблемы нормирования интеллектуального труда, как труда творческого и нестандартного.

Целью настоящей статьи является анализ методологических подходов к нормированию труда и моделирование процесса интеллектуальной деятельности.

Рассмотрены различные инструменты нормирования процессов. Проанализировав существующие методы, которые разработаны на сегодняшний день, авторы предлагают использовать симбиоз трех методов: аналитический, экспертный и опытно-статистический метод нормирования труда для оценки трудоемкости, что позволит применять данную систему даже в сложных и трудно формализуемых ситуациях.

Предоставлена обобщенная модель процесса деятельности, а также смоделированы три вида профессиональной деятельности человека: разработка плана испытаний, преподавание и труд ученого. Получив результаты сравнения моделей, авторами сделан вывод о необходимости проведения оценки сложности проекта и оценки его качества.

Ключевые слова: Интеллектуальный труд, методы нормирования труда, трудоемкость, модель системы интеллектуального труда, оценка сложности проекта.

В настоящее время многие люди по своей профессии так или иначе связаны с интеллектуальной деятельностью. Каждый сотрудник в современной организации является работником умственного труда, если в силу занимаемой им должности или имеющихся знаний он отвечает за деятельность, которая непосредственно влияет на способность данной организации функционировать и добиваться результатов. Несомненно, делаются попытки к построению эффективной модели управления интеллектуальной деятельностью, но такие попытки встречают на своем пути ряд проблем:

- неоднородность характера выполняемых проектов,
- различная специфика отраслей,
- разные способы организации интеллектуальной деятельности на предприятии,
- различная сложность проекта,
- проблема индивидуализации норм труда.

Нормирование труда, являясь одним из инструментом планирования, учета и анализа трудозатрат, играет важную роль в экономике. Грамотное применение норм труда приводит к сокращению затрат на оплату труда и, как следствие, к увеличению чистой прибыли организации. [1]

Разработка индивидуальных норм под конкретную ситуацию, т.е. зная специфику выполняемого проекта, отрасль работы и горизонт планирования, позволяет реализовать заинтересованность работника в таком объеме функций и работ, при которых обеспечивается наиболее полное и эффективное использование его трудового времени и адекватная оплата труда.

Несмотря на сложность определения норм и нормативов творческого труда, научные и проектные организации ощущают в них необходимость все более остро, поскольку НТП ускоряется, происходит быстрая смена техники и технологии, а также элементов системы организации производства и менеджмента [2].

В настоящее время существуют различные инструменты в нормировании процессов. В полностью сложившейся системе нормирования в организации обязательно будет преобладать аналитический метод как основа, описывающая логику действия модели. Но отдельные ее части, служащие для адаптации к текущим условиям (для повышения адекватности модели), будут использоваться экспертные оценки, а также опытно-статистические методы.

Рассмотрим эти методы:

1. Аналитические методы

Аналитические методы требуют накопления больших массивов информации, характеризуются сложностью и громоздкостью расчетов, проводимых заново для каждого действия. Среди них известны исследования с применением ранговой корреляции факторов трудоемкости и адаптивное моделирование на основе комбинации теории распознавания образов и математической статистики, применение параметрических моделей определения трудоемкости в зависимости от одной или нескольких характеристик изделия и типовых норм на единицу работы (разработка чертежа, схемы и т.п.) [3].

2. Методы экспертных оценок

Экспертные методы используются при определении трудоемкости работ, отличающихся принципиальной или значительной новизной, выполнение которых сопряжено с большим объемом научного или научно-технического творчества. Среди экспертных методов наибольшую популярность обрели индивидуальный, групповой и Дельфи [3].

3. Опытно-статистические методы

Под опытно-статистическим методом нормирования труда понимается способ определения трудоемкости работ по статистическим данным о затратах труда в прошлом, путем сравнения нормируемого объекта с аналогичным, трудоемкость которого установлена ранее, и введением при необходимости специальной системы корректирующих коэффициентов. Наибольшей популярностью пользуются метод полной аналогии, метод структурной аналогии, типовых видов работ [3].

Для определения трудоемкости интеллектуального труда, как труда творческого и нестандартного, считаем целесообразным использовать симбиоз всех трех методов. Аналитический метод описывает математическим инструментом логику действия модели и имеет наименьшую погрешность при определении норм. Экспертный и опытно-статистический методы являются эффективными при анализе сложных не формализуемых проблем, где описание модели нормирования с помощью математической формулы является довольно сложной задачей.

Однако нормирование интеллектуального труда не должно ограничиваться только измерением трудоемкости. Для более эффективного управления интеллектуальной деятельностью необходимо оценивать труд и по его результатам. Исходя из этого, предлагается включить в систему нормирования нормы результативности и качества выполняемого труда, которые на сегодняшний день не используются.

Для того чтобы приступить к усовершенствованию системы нормирования, для начала необходимо изучить и описать систему интеллектуальной деятельности, применяя процессный подход. Для этого используем модель «черного ящика».

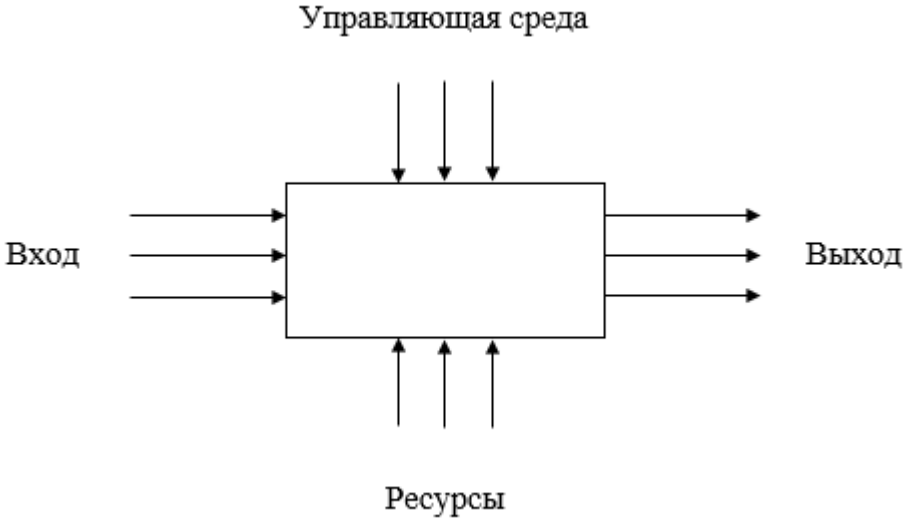


Рис. 1. Обобщенная модель процесса деятельности человека

Модель «черного ящика» - это модель системы, представляющая собой структуру с известными выходными и входными параметрами и неизвестным внутренним устройством. Если информация об объекте исследования неполная и внутренняя структура объекта недоступна исследованию либо не поддается структуризации, то модель отражает только поведение или функционирование объекта, определяя его зависимости между воздействиями на него и его состоянием [4].

Таблица 1. **Структурные элементы модели процесса разработки плана испытаний, преподавания и труда ученого**

Элементы модели	Разработка плана испытания	Преподавание	Труд ученого
Вход	Техническое задание на разработку плана испытания изделия, теоретические наработки	Опыт, уровень науки, чужие УМКД, косвенные источники	Опыт, уровень науки, предыдущие научные наработки, научные отчеты и диссертации других авторов
Выход	Структурированный, логически законченный план испытаний изделия	Учебно-методический комплекс дисциплин	Оформленный научный труд, научный отчет по техническому заданию
Управляющая среда	Законы РФ, ГОСТы на оформление бумажных документов, технические регламенты на испытания, технические регламенты на изделия, технические регламенты по безопасности	Законы РФ, Министерство образования, ФГОС 3++, программа образования, учебный план	Законы РФ, техническое задание на проект, грант (конкурс)
Ресурсы	Лаборатории, лабораторное оборудование и оснастка, персонал, выделенные финансовые средства, время	Время, помещение университета, отдел образования ВУЗа, учебно-вспомогательный персонал, профессорско-преподавательский состав, финансовые средства	Лаборатории, кадры (научные единицы), материальная база, время, финансовые средства

Обобщенная модель процесса профессиональной деятельности человека представлена на рисунке 1.

Особенностью интеллектуальной деятельности является то, что в качестве входа будут выступать какие-либо независимо действующие информационные

потоки, которые требуют обработки. На выходе процесса получается система взаимодействия элементов или потоков информации, показывающая логику их отношений.

Для более наглядного представления рассмотрим модель процесса различных видов профессиональной деятельности человека на примере разработки плана испытаний, преподавания и труда ученого.

В таблице представлены структурные элементы моделей процесса разработки плана испытаний, преподавания и труда ученого.

Как можно заметить, у каждого процесса есть что-то общее, а чем-то они отличаются. Управляющая среда и ресурсы практически совпадают по каждому виду деятельности, а вот входы и выходы отличаются. В зависимости от вида профессиональной деятельности на выходе получается разный не только по своей специфике, но и по сложности результат интеллектуального труда. К примеру, специфика профессиональной деятельности ученого – значительная новизна, что обуславливает нестандартные подходы при попытках ее нормирования.

В перспективе будет проводится оценка сложности проекта и качества его выполнения, что поможет решить поставленные в статье проблемы нормирования. Разработанная методика нормирования позволит более адекватно оценивать работу персонала, занимающегося интеллектуальной деятельностью, используя новые критерии при оценке результатов труда, что до последнего времени является нерешенной проблемой. В этой разработке будут заинтересованы руководители и собственники предприятий.

Список литературы

1. *Бычин В. Б.* Организация и нормирование труда : учебник для вузов / В. Б. Бычин, С. В. Малинин, Е. В. Шубенкова ; под ред. Ю. Г. Одегова. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М. : Экзамен, 2005. – 464 с.
2. *Зайнуллина М.Р., Набиева Л.Г., Палей Т.Ф.* Организация и нормирование труда в отраслях непроизводственной сферы: учебное пособие / под ред. Палей Т.Ф. – Казань, 2013. – 136 с.
3. *Борисова В.В.* Методология моделирования в маркетинговых исследованиях/ В.В. Борисова// Вестник Томского государственного университета. – 2009. – №323. – С.229 – 232.
4. *Боташев Р.А.* Проблемы и пути совершенствования системы норм и нормативов труда в инновационной экономике Научный журнал КубГАУ, №71(07), 2011 года.

Николаева Ю.В., аспирант, e-mail: smail-nuv@mail.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Методы нейросетевой классификации ситуаций на финансовых рынках относительно ожидаемой прибыли

Аннотация: В статье описываются подходы к анализу финансовых рынков, используемые трейдерами при принятии решений: прогнозирование временных рядов, макроэкономический анализ, классификация рыночных ситуаций. Подробнее рассматриваются нейросетевые методы прогнозирования поведения финансовых рынков. Описан метод классификации рыночных ситуаций для отдельного финансового инструмента в конкретный момент времени на основе нейросетевого моделирования. В дополнение приведен пример его расширения, учитывающий ожидаемую прибыль трейдера. Приведены результаты сравнительного анализа применимости обоих методов классификации.

Ключевые слова: нейросетевая методология, финансовые инструменты, классификация, многослойный перцептрон, принятие решений.

В условиях текущей экономической реальности в России торговля на финансовых рынках становится все более непредсказуемой и, как следствие, рискованной. Торговля на финансовых рынках в современной действительности, как на фондовых и срочных рынках Московской биржи, так и на международных товарных биржах, на валютном рынке, требует от трейдера значительно более глубоких знаний, чем 10-15 лет назад, умений пользоваться большим количеством инструментов анализа, быстроты реакции при реагировании на изменения и принятия обоснованных решений.

Нарастающая скорость развития и автоматизации отрасли биржевой торговли, потребность в современном и эффективном инструментарии для анализа ситуаций на финансовых рынках, ведет к бурному развитию методов интеллектуального анализа данных, развитию информационных систем управления и исследований в области систем поддержки принятия решений (СППР) для торговли на финансовых рынках.

Существует ряд возможных подходов к анализу финансовых рынков:

1. Прогнозирование временных рядов: котировки на акции, фьючерсы, валюты являются по сути нестационарными временными рядами (подробнее о нестационарности временных рядов см. [1]). Методами прогнозирование временных рядов являются классические методы статистического анализа, методы регрессионного и автокорреляционного анализа [2, 3], адаптивные методы [4], основанные на применении скользящих средних, некоторые топологии нейронных сетей. К сожалению, для применения большинства из этих методов требуется предположение о стационарности временного ряда, а временные ряды котировок финансовых инструментов чаще всего не обладают свойством стационарности.

Результатом методов прогнозирования является число или последовательность чисел, представляющие собой цены на конкретный финансовый инструмент в следующие один или несколько периодов времени

(минут, часов, дней). На основе полученных цен, трейдеру приходится дополнительно анализировать ситуацию на рынке, чтобы решить какой из возможных действий с финансовым инструментом он готов предпринять в ближайшее время: купить или продать, или, сделать вывод о нестабильности рынка конкретного финансового инструмента в настоящий момент.

2. Макроэкономический анализ: анализ макроэкономических показателей, экономических мировых новостей и аналитических обзоров причин текущего уровня цен того или иного финансового инструмента. Методами такого анализа чаще всего служат: сбор данных из необходимых источников в одну базу данных, с которой в свою очередь, трейдер может взаимодействовать через слой пользовательского интерфейса и проводить многосторонний анализ.

Автоматизация методов дальнейшего многостороннего анализа является затруднительной, поскольку большое количество из анализируемых источников информации являются довольно субъективными (аналитические обзоры), а реакция рынка на информацию из объективных источников (новости, макроэкономические показатели) является мало предсказуемой, так как основана на психологических факторах участников рынка.

3. Классификация рыночных ситуаций: для каждого отдельного финансового инструмента в определенный момент времени на его рынке для трейдера может быть 3 варианта: ситуация, подходящая для продажи финансового инструмента; ситуация, подходящая для покупки финансового инструмента; неоднозначная ситуация, когда рынок находится под влиянием ситуативных случайных факторов, когда лучше отложить совершение сделки. Методами классификации могут служить методы ближайшего соседа, опорных векторов, нейронные сети топологий адаптивного резонанса или перцептроны. Результатом работы данных методов будет ответ, к какому из 3 классов относится рыночная ситуация для финансового инструмента в данный момент времени.

К этому же подходу можно отнести методы определения тренда, такие как технические индикаторы тренда, непараметрические методы оценки тренда, основанные на скользящих средних (экспоненциальных, взвешенных). Методы определения тренда дают ответ на вопрос, каково направление цены финансового инструмента в текущий момент времени: возрастающий или убывающий, «медвежий» или «бычий».

Определив класс рыночной ситуации или тренд с помощью вышеописанных методов, трейдер получает конкретное направление по открытию сделки: покупать в ситуации «покупки» или на восходящем тренде, продавать в ситуации «продажи» или на нисходящем тренде, либо не заходить на рынок в ситуации «ожидание» или невыраженном тренде. Остается только принять решение как долго он будет находиться в сделке или на получение какой прибыли рассчитывает.

Автору данной статьи третий подход видится максимально упрощающим принятие решения трейдером. Классификация рыночных ситуаций заключается в определении паттерна «покупки», «продажи» или «ожидания», которому принадлежит множество значений котировок и их технических индикаторов.

Для целей классификации используем нейросетевую методологию. Распространенной топологией нейронных сетей для классификации является

многослойный перцептрон. Используется полносвязанный многослойный перцептрон, на входы которого поступают значения предыдущих цен финансового инструмента, соответствующие им значения индикаторов RSI и MACD (исходные данные являются разно размерными, необходимо произвести предварительную обработку данных, подробнее о нормировке данных см. [5]), а выходами которой является число в интервале от 0 до 1, означающие рекомендацию продавать [0;0,45), ожидать 0,5±0,05, покупать (0,55;1]. Подбор архитектуры нейронной сети является обширной областью исследований, и ее рассмотрение в рамках данной статьи производится не будет. Входной слой нейронной сети состоит из 18 нейронов, 10 из которых значения цен, и по 4 соответствующих значения индикаторов RSI и MACD. Ознакомится с рекомендациями автора по данной тематике можно в статье [6].

В обучающую выборку входили 100 пар входов и выходов. Вход – вектор из 18 отнормированных значений цен и технических индикаторов. Выход – экспертная оценка для текущей ситуации на рынке финансового инструмента в диапазоне от 0 до 1. Тестовая выборка состояла из 100 пар входов и выходов. Было произведено 2 эпохи обучения со скоростью 0,1 и с критерием остановки 0,05.

Результаты экспериментов приведены на данных котировок фьючерсов нефти Brent на Московской Бирже с периодичностью 1 час за период с 01.01.2016 до 05.03.2016 г (график изменений котировок за данный период представлен на рисунке).



Рис. 1. Часовые котировки фьючерсов нефти Brent на Московской Бирже с 01.01.2016 до 05.03.2016 г

Таблица 1. **Результаты тестирования нейросети для классификации рыночных ситуаций**

Рекомендация	**Процент верных рекомендаций**	σ
Покупать	52,2%	0,32
Ожидать	30%	0,37
Продавать	72,2%	0,21
Итого	62,2%	0,34

По результатам тестирования (приведены в таблице 1) обученного на основе экспертных оценок нейросетевого классификатора рыночных ситуаций, можно заметить, что в данном случае, нейронная сеть эмулирует стратегию данного конкретного эксперта, который опирался на свой опыт и интуицию в выставлении оценок. По отсутствию верных рекомендаций в классе ожидания можно судить о более агрессивной позиции трейдера-эксперта, характеризующейся частым открытием сделок даже в неблагоприятный момент. Большее число правильно распознанных позиций на продажу свидетельствует о большей предрасположенности данного трейдера к продаже.

Нивелировать воздействие личной стратегии эксперта, устранить вклад эмоционального, интуитивного фактора, позволит обучающее правило, отражающее ожидаемую прибыль трейдера. В данном способе экспертные оценки становятся точнее и последовательнее, что улучшает качество обучения нейронной сети. Для эксперимента экспертная оценка давалась на основе 20 значений котировок: 10 текущих котировок (в 1 входной вектор входили по 10 последовательных значений котировок) и 10 последующих. Уровень прибыли 0,9 , означал, что в следующие 10 часов от рассматриваемого периода трейдер желает получить прибыль со сделки по одному фьючерсу в размере 0,9 руб. Если за последующий период прибыль достигалась полностью эксперт ставил оценку 1 или 0, соответственно для продажи и покупки. Если прибыль была меньше, то оценка уменьшалась пропорционально. Если прибыль была менее 0,09, эксперт делал вывод о ситуации ожидания.

Тестирование нейросетевого классификатора с экспертными оценками на основе учета ожидаемой прибыли, производилось с архитектурой и параметрами обучения, совпадающими с экспериментом первого метода. Результаты эксперимента второго метода приведены в таблице 2.

Таблица 2. **Результаты тестирования нейросети для классификации рыночных ситуаций с учетом ожидаемой прибыли**

Рекомендация	**Процент верных рекомендаций**	σ
Покупать	69,7%	0,17
Ожидать	58,8%	0,31
Продавать	78,6%	0,19
Итого	73,2%	0,21

В сравнении с первым методом результаты выдаваемых рекомендаций всех классов примерно выровнялись. Уменьшилась среднеквадратичное отклонение. Увеличилась общее число верно выдаваемых классификатором рекомендаций.

Таким образом, нейросетевой классификатор на основе экспертной оценки с учетом ожидаемой прибыли позволит более эффективно работать системе поддержки принятия решений трейдера финансового рынка. При формировании обучающей и тестовой выборки в случае применения обучающего правила так же

появляется возможность автоматизации процесса выработки выходной оценки, что упростит обработку исходных данных и позволит использовать систему поддержки принятия решений без обращения за экспертными оценками.

Список литературы

1. *Осминин К.П.* Нестационарные временные ряды: Методы прогнозирования с примерами анализа финансовых и сырьевых рынков. [Текст]/ Ю.Н. Орлов, К.П. Осминин // – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 384 с.
2. *Афанасьев В.Н.* Анализ временных рядов и прогнозирование [Текст]/ В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев // – М.: Финансы и статистика; Инфра-М, 2012. – 320 с.
3. *Отнес Р.* Прикладной анализ временных рядов. [Текст]/ Р. Отнес, Л. Эноксон// – М.: Мир, 1982. – 432 с.
4. *Лукашин Ю.П.* Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов. [Текст] /Ю.П. Лукашин // – М.: Статистика, 2003. – 415 с.
5. *Николаева Ю.В.* Нормировка данных для нейронных сетей // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке: сб.тр. научн.-техн. конф. аспирантов, магистрантов и молодых ученых. 2011, т.1.
6. *Николаева Ю.В.* Критерии выбора архитектуры нейронной сети для прогнозирования финансовых рынков // Вестник Ижевского государственного технического университета. 2015. – № 1. С. 96-97

Пыхтеева О.М., студентка УК факультета гр. Б08-011-1, e-mail: batolen@mail.ru
Алиев Э.В., к.т.н, доцент кафедры управление качеством

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Технология организации обратной связи в проекте саморегулируемой системы среднего, высшего и профессионального образования

Аннотация: Цель работы: разработать технологию обратной связи в проекте саморегулируемой системы среднего, высшего и профессионального образования. Задачи: - Определить участников и заинтересованные стороны системы образования; - Определить критерии удовлетворённости потребителей на каждом этапе осуществления процесса; - Разработать технологию сбора информации для поставленной цели – организация обратной связи; - Продумать технический аспект внедрения предлагаемого проекта.

Ключевые слова: саморегуляция, критерии удовлетворенности потребителя, система образования.

Актуальность: Обратная связь является главным средством образования замкнутых по интересам систем - именно она налаживает взаимосвязи между отдельными элементами в системе и устанавливает равновесие между ними (при отсутствии равновесия нарушается целостность системы и она перестает

существовать), обратная связь делает систему гибкой, способной стабильно функционировать в изменяющихся условиях.

Саморегулируемая система – это такая система, которая в процессе функционирования способна к совершенствованию, постоянному улучшению, своей структуры или организации.

- Ключевая проблема: Отсутствие активного взаимодействия участников и заинтересованных сторон системы образования.

При отсутствии активного взаимодействия государственных структур и общественности по вопросам образования сложившаяся система управления образованием будет оставаться консервативной, тормозящей развитие образования. Недостаточный уровень теоретической подготовки, положительного практического опыта отрицательно сказывается на квалификации выпускника.

Отсутствие активного взаимодействия приводит к:

1. Неумение студентов организовывать процесс обучения
2. Невысокая начальная подготовка студентов
3. Низкая техническая оснащенность учебного процесса
4. Недостаточное материальное стимулирование студентов/преподавателей
5. Частичное участие государства, как надзирающего органа
6. Несоответствие требованиям ФГОС ВО, в следствие низкоквалифицированные кадры
7. Несоответствие содержания образовательных программ требованиям заказчиков и образовательных стандартов
8. Взаимное непонимание участников рынка
9. Отрицательное влияние на общество, снижение общей культуры и образованности его членов
10. Неадекватная профессиональная подготовка выпускника
11. Стабильность перечисленных факторов во времени или наличие тенденции их усугубления

Алгоритм:

1. Определение участников и заинтересованных сторон системы образования.

Данный пункт я представила в виде модели «Чёрный ящик». Связи, направленные из системы в среду – выходы системы (процесса обучения), а входящие в систему из вне – входы системы. То, что находится над процессом обучения – непосредственно, надсистема, на которую нельзя повлиять, а прямоугольник под процессом обучения – необходимые ресурсы и инфраструктура для реализации учебного процесса.

Понятие «нормирование образования» в аспекте профессиональной подготовки технического профиля можно раскрыть как подчинение результата образования нормам содержания производственной деятельности [1].

Понятие «норматив» трактуется как «показатель норм, в соответствии с которым производится какая-либо работа, устанавливается что-либо». В виду этого представляется правомерным соотнесение понятия «норматив» с широко используемым в процедуре образовательного нормирования понятием «компетенция выпускника вуза». Процесс нормирования в общенаучном понимании рассматривается как установление пределов чего-либо, введение нормы в чем-либо [1].



Рис 1. Модель «Чёрный ящик»

2. Определение критериев удовлетворенности потребителей на каждом этапе осуществления процесса;

Выпускник, освоивший программу бакалавриата должен обладать компетенциями согласно ФГОС ВО по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление.

Программа (рис.2) предназначена для оценки уровня компетенции на основании дисциплин университета взаимодействующих с предметами в школе. Первоначально, каждую компетенцию (ОК - общекультурные компетенции, ОПК – общепрофессиональные компетенции, ПК -

профессиональные) соотносят с соответствующей ей дисциплиной и проставляют оценку. Далее вычисляется весовой коэффициент каждой дисциплины и на основании показателей успеваемости целевых предметов школы и вуза получается матрица уровня полученной компетенции (рис.3).

D15 =D3/$AE3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		Самооценка дисциплин							
2	Компетенции	Философия	История	Социология	Экономика	Математика	Физика	Химия	ОСПиСА
3	ОК1	5	4	6					
4	ОК2				9				
5	ОПК1		4	4	6	8	7	4	9
6	ОПК2								
7	ОПК3		4			8	6	5	
8	ОПК4				6				
9	ПК1					7	3	2	9
10	ПК3								
11	ПК4								8
12	ПК7								
13		Весовой коэффициент							
14		Философия	История	Социология	Экономика	Математика	Физика	Химия	ОСПиСА
15	ОК1	0,33	0,27	0,40					
16	ОК2				1,00				
17	ОПК1		0,07	0,07	0,10	0,13	0,11	0,07	0,15
18	ОПК2								
19	ОПК3		0,14	0,00	0,00	0,28	0,21	0,17	
20	ОПК4				0,14	0,00	0,00	0,00	
21	ПК1					0,09	0,04	0,02	0,11

Рис. 2. Интерфейс программы

25	Матрица связей	Оценки школьных дисциплин				
26	ФИО студента	математика	история	обществознание	физика	химия
27	Пыхтеева О.М.	4	5	5	4	4
28						
29	Матрица уровня полученной компетенции					
30	ОПК1	0,52	0,33	0,33	0,39	0,26

	Оценки в вузе				
	математика	история	экономика	физика	химия
	4	4	5	4	5
ОПК1	0,52	0,26	0,49	0,46	0,07

Рис. 3. Оценка уровня компетенций

Также, компетенция может рассматриваться, как задача или проблема. Например, для абитуриента выбранная компетенция первоначально будет поставленной задачей для её осуществления.

3. Построение рейтинг-системы для получения информации заинтересованных сторон в простой и сравнительной форме

Программа может быть полезна абитуриентам, приёмной комиссии, профилирующим кафедрам, работодателям для более полной информации о функционировании компетенции.

Каждый участник образовательного процесса заинтересуется необходимым для него рейтингом (работодатель, преподаватель, абитуриент и т.п.). Полученная рейтинговая система послужит технологией обратной связи саморегулируемой системы среднего, высшего и профессионального образования.

Список литературы

1. *Г.В. Букалова* Концептуальные основания нормирования результата профессионального образования технического профиля: монография / Г.В. Букалова. – Орел: ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2014. – 420 с.

Сучкова Е.А., аспирант, e-mail: hellenaalex@gmail.com;

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова

Применение методов интеллектуального анализа данных для оценки и выбора контрагентов

Аннотация: Статья посвящена разработке методики оценки и выбора контрагентов, решающей проблемы поиска информации, анализа разнородных слабоструктурированных неполных данных, формализации экспертных знаний, учета рисков с использованием алгоритмов компьютерной лингвистики, теории нечетких множеств, методов корреляционного и регрессионного анализа, эконометрических и экономических моделей, метода анализа иерархий.

Ключевые слова: Интеллектуальный анализ данных, оценка поставщиков, выбор контрагентов, минимизация рисков, оценка надежности контрагента.

Современное состояние функционирования предприятий предполагает наличие большого количества данных, которые могут быть найдены как в открытых источниках, так и на внутренних ресурсах предприятия. Необходимость аналитической обработки этих данных с целью оптимизации принимаемых управленческих решений предполагает использование методов интеллектуального анализа данных, так как применение классических экономических и эконометрических моделей не всегда возможно в силу разнородности, неструктурированности, неполноты данных, а также сложности построения функциональной зависимости между факторами, что требует применения вероятностных подходов. Построение экономико-математических моделей также затрудняет существование следующих проблем [1]: множественность связей между объектами, явление ложной корреляции, высокий уровень «зашумленности» данных, дублирование информации, не информативность показателей, малый объем данных для анализа и построения корректных моделей, высокий уровень изменчивости среды функционирования. Для решения указанных проблем необходимо использовать интеллектуальные адаптивные алгоритмы на всех этапах поддержки принятия управленческих решений, начиная от поиска информации и заканчивая мониторингом качества выбранного решения с обеспечением обратной связи.

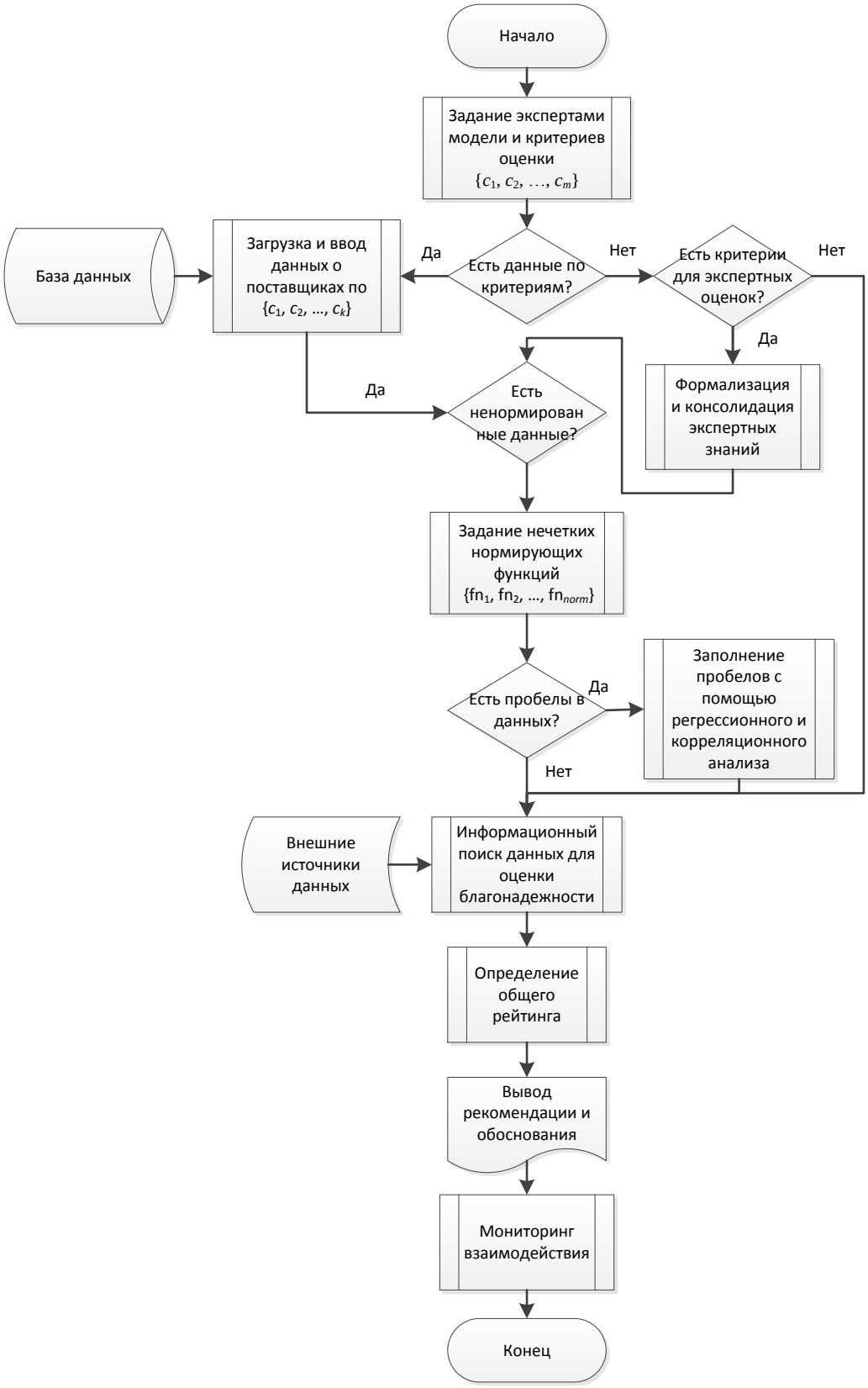


Рис. 1. Схема оценки и выбора оптимального контрагента

Надежность контрагентов является одним из основных факторов выбора поставщика, она зависит от множества эндогенных и экзогенных факторов [2] и может оцениваться по множеству критериев [3], мониторинг которых может помочь снизить контрактационные риски. Общая методика оценки и выбора оптимального контрагента включает этапы анализа предмета (товара или услуги)

закупки, выбор критериев оценки и общей модели принятия решения, загрузку имеющихся данных по претендентам, сбор и формализацию экспертных знаний, нормализацию данных, заполнение пробелов, оценку надежности контрагентов, вывод общей рекомендации и дальнейший мониторинг эффективности взаимодействия с поставщиком с учетом результатов взаимодействия по контракту при поддержке принятия решений в будущем. Общая схема разработанной методики представлена на рисунке 1

Этап выбора критериев оценки и целевой функции во многом определяется спецификой работы предприятия, критичностью закупаемой продукции (услуги) для функционирования компании. Схема задания экспертами модели и критериев оценки представлена на рисунке 2.

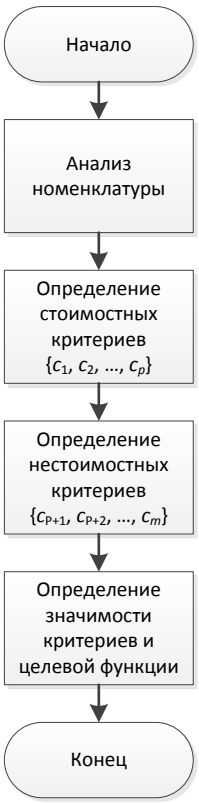


Рис. 2. Схема задания экспертами модели и критериев оценки

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 - \dfrac{b-x}{b-a}; a \le x \le b; \\ 1 - \dfrac{x-c}{c-b}; b \le x \le c; \\ 0, иначе \end{cases}, \quad (1)$$

где a, c - точки пересечения графика функции с осями абсцисс, b - точка максимума функции принадлежности.

Анализ надежности контрагента предполагает проверку всех претендентов по множеству критериев, включая отсутствие контрагента в списках недобросовестных поставщиков, соответствие информации о нем данным в государственных органах, отсутствие у него задолженностей по налогом и т.д.,

часть этой информации доступна в сети Интернет, что позволяет автоматизировать эти проверки с помощью методов компьютерной лингвистики [5]. Еще одним критерием проверки надежности контрагента является оценка эффективности взаимодействия с текущим претендентом в прошлых сделках. Схема мониторинга эффективности контракта (рисунок 3) включает периодическую оценку взаимодействия с поставщиком и сохранение этой информации в системе для дальнейшего использования в процессе поддержки принятия решений.

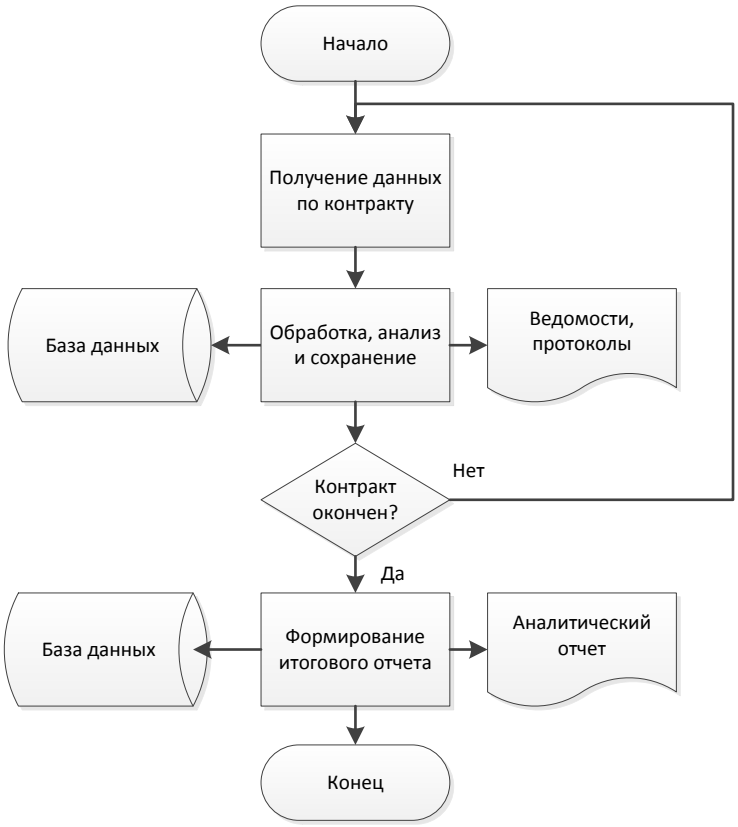


Рис. 3. Схема мониторинга эффективности контракта

Построенная на базе исторических данных оценка надежности поставщика может рассматриваться как функция (2)

$$T = T_D + \frac{1}{c_t}\sum_{t=0}^{Ct} e_t^{\,sim_t} M_{\Delta t}\,, \qquad (2)$$

где T_D – базовое значение уровня доверия, изначально равное для всех поставщиков, $T_D \in [0,1]$, как правило, выбирается значением, близким к 0 в зависимости от специфики предмета закупки, а также количества и уровня претендентов либо вычисляется по формуле (3), e_t – оценка надежности i-го поставщика по предыдущему опыту t, $e_t \in [-1,1]$, c_t – количество договоров с i-м в прошлом, sim_t - коэффициент подобия предмета текущего договора договору в прошлом (оценивается экспертом с учетом специфики товара и условий поставки), $sim_t \in [0,1]$, $M_{\Delta t}$ – коэффициент, характеризующий изменение

значимости t-го опыта на настоящее время (более поздний опыт имеет большее влияние на оценку)

$$T_D = \frac{\sum_{i=1}^{m}\sum_{t=0}^{Ct}(e_t^{sim_t} M_{\Delta t})_i}{m \cdot n_{ex}}, \quad (3)$$

где m – количество претендентов, n_{ex} – коэффициент, ограничивающий влияние опыта на уровень доверия к поставщику. Выбирается автоматически таким образом, чтобы уровень доверия каждого поставщика принадлежал интервалу [0,1]. $M_{\Delta t}$ вычисляется по формуле (4).

$$M_{\Delta t} = \frac{t_{c_t} - t_{c_{t-1}}}{t_{c_t} - t_{c_1}}, \quad (4)$$

где t_{c_i} – временной интервал до i-го опыта (договора в прошлом).

С помощью разработанной модели можно оценить уровень доверия к каждому поставщику и в дальнейшем использовать этот показатель для определения суммарного рейтинга в качестве мультипликативного или аддитивного значения либо в построении дерева решения в качестве значения одного из узлов. При этом надежность может быть одним из множителей (слагаемых) интеграционной модели или влиять на рейтинг в целом $R^T{}_i = T_i \cdot R_i$, где $R^T{}_i$ - интегральный показатель, учитывающий надежность поставщика, T_i - надежность поставщика, R_i – суммарный рейтинг поставщика без учета надежности. Описанная модель определения надежности поставщика учитывает опыт прошлых контрактов и экспертные оценки, учитывая при этом давность контракта, его подобие текущему предмету и состояние конкурентов.

Следующей из проблем информационного анализа для осуществления поддержки принятия решения является неполнота данных. В случае отсутствия по контрагентам той или иной информации иногда может быть целесообразно исключить критерий или альтернативу из рассмотрения, но в большинстве случаев, если количество отсутствующих данных относительно невелико, автором предлагается методика заполнения прогнозными значениями на базе регрессионных и авторегрессионных моделей. В случае же низкого качества получаемых моделей возможно заполнение пропущенных значений средними или минимальными, в зависимости от функционального смысла критерия. Использование эконометрического моделирования повышает точность прогнозируемых значений, а значит и улучшает качество принятия решения на базе спрогнозированных оценок. Подробно построение регрессионных моделей описано в [6] [7]. Схема работы алгоритма представлена на рисунке 4.

Таким образом, предложены алгоритмы и методика оценки потенциальных контрагентов с целью выбора оптимального с учетом совокупной меры надежности и рисков, включающие решение проблем разнородности, неполноты данных, изменчивости окружающей среды, основанные на математическом аппарате теории нечетких множеств, компьютерной лингвистики, теории принятия решения, эконометрического моделирования, то есть сочетающие классический и

интеллектуальный подход к решению многокритериальной задачи в условиях нечеткой информативности и изменчивого окружения.

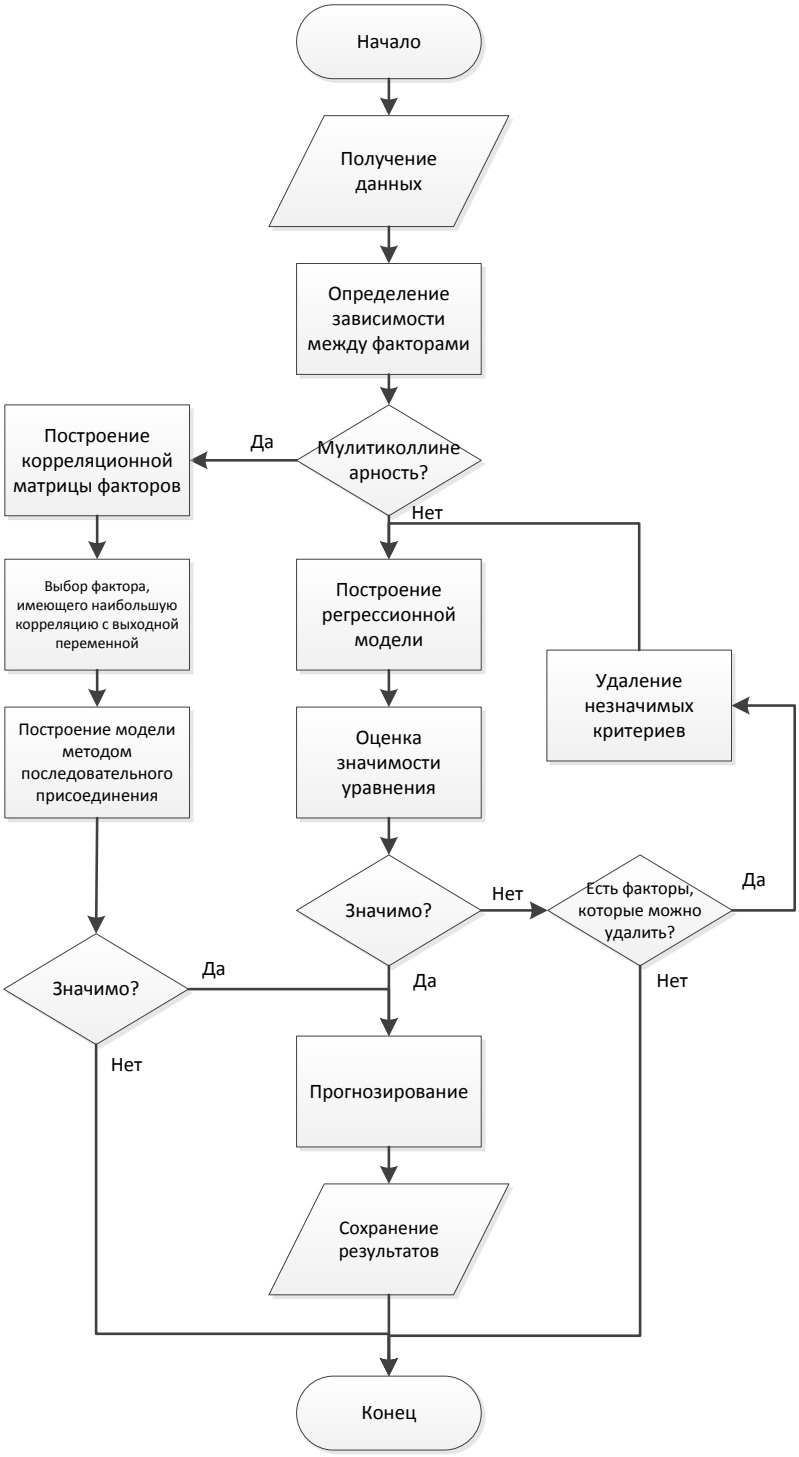


Рис. 4. Схема алгоритма заполнения пробелов в данных с помощью регрессионного моделирования

Список литературы

1. *Лялин В.Е.* Математические модели и интеллектуальные информационные технологии для повышения эффективности организации производства. Мурманск-Ижевск: Изд-во Кольского НЦ РАН. – 2006. - 296с.

2. *Давлетова Р.С., Файзуллин Р.В.* Моделирование зависимости состояния нефтедобывающего предприятия от эндогенных и экзогенных факторов // Проблемы экономики и управления нефтегазовым комплексом. 2013. - №3. С. 33-37.
3. *Сучкова Е.А., Лялин В.Е.* Проблемы выбора поставщика - критерии, инструменты и методы оценки // Математические модели и информационные технологии в организации производства. - 2012. - №2 (25).- С. 39-48.
4. *Лещинский Б.С., Конкина Ю.А.* Выбор поставщика в условиях разнотипности данных с использованием методов теории нечетких множеств // Вестник Томского государственного университета. –2008. – № 2(3). – С. 44-51.
5. *Сучкова Е.А.* Автоматизация информационного поиска, извлечения и анализа данных для оценки благонадежности контрагентов. Новая наука: стратегии и векторы развития: Международное научное периодическое издание по итогам Международной научно-практической конференции (19 марта 2016 г., г. Ижевск). / в 2 ч. Ч.2 - Стерлитамак: РИЦ АМИ. - 2016. – 237 с.
6. *Дрейпер Н., Смит Г.* Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс». - 2007. – 912 с.
7. *Айвазян С.А.* Прикладная статистика и основы эконометрики. М.: Юнити. - 2001. – 641 с.

Ибрагимова Л.А., кандидат экономических наук, доцент кафедры «Управление качеством»;
Шаранова И.М., магистрант

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Управление договорными обязательствами

Аннотация: В работе проведено исследование управления договорами, выявлены основные факторы, негативно влияющие на сроки исполнения договорных обязательств, определена их взаимосвязь. Для предприятия ЗАО «НПО Высокоточные системы и технологии» составлена схема управления договорными обязательствам, которая является адаптивной, и применима практически на любых промышленных предприятиях.

Ключевые слова: договорные обязательства, управление договорными обязательствами, сроки исполнения договоров, контроль всех значимых параметров договора, факторы, влияющие на сроки исполнения договоров.

Одной из значимых и актуальных задач при взаимодействии предприятия с заинтересованными сторонами является задача управления договорными обязательствами. Неисполненные вовремя договорные обязательства ведут к срывам сроков поставки комплектующих и соответственно к срывам сроков поставки основного изделия. Это, в свою очередь, обуславливает наибольший риск для предприятий, связанных с военной промышленностью, которые выполняют государственный оборонный заказ. Помимо штрафных санкций при невыполнении поставки в срок имеется риск попасть в реестр недобросовестных

поставщиков [1]. Попав в реестр недобросовестных поставщиков предприятие не сможет получить новых контрактов, а значит и не сможет развиваться.

Невыполнение условий договора ведёт к гражданско-правовой ответственности. Согласно статье 309 Гражданского кодекса РФ (ГК РФ), «обязательства должны исполняться надлежащим образом в соответствии с их условиями и требованиями закона, иных правовых актов, а при отсутствии таких условий и требований — в соответствии с обычаями делового оборота или иными требованиями» [2]. Нередко принятые обязательства не исполняются либо исполняются не вовремя, не в полном объеме и т.д. С целью предупреждения подобных случаев, в ГК РФ включена гл. 23 «Обеспечение исполнения обязательств» [3], которая предусматривает в таких случаях введение штрафных санкций.

Во избежание штрафных санкций необходимо учитывать факторы, негативно влияющие на сроки исполнения договоров. На рисунке 1 представлены выделенные авторами настоящей статьи факторы такого рода, разделенные на две группы - внешние и внутренние. К внешним факторам отнесены те факторы, которые зависят от контрагентов, к внутренним – те, которые зависят от заказчиков продукции/услуг.



Рис. 1. Факторы, негативно влияющие на сроки исполнения договоров

При расстановке приоритетных направлений и прогнозировании деятельности предприятия частично решается сразу несколько проблем, таких как: отсутствие финансов, срыв сроков оплат, отсутствие/срыв сроков передачи давальческого материала, отсутствие/срыв сроков передачи технологической оснастки и технической документации. Например, если установить приоритет на

конкретном изделии при подходе сроков его сдачи, направив при этом большую часть финансовых ресурсов на оплату договоров поставки комплектующих деталей и закупку/изготовление давальческого материала, технической оснастки/документации, то тем самым устраняется фактор срыва сроков со стороны заказчика. Это дает преимущество и в экономии финансовых ресурсов, так как зачастую в договорах установлены пени за просрочки оплат.

В таблице 1 представлена классификация факторов, негативно влияющих на сроки исполнения договорных обязательств (таблица 1).

Таблица 1. **Классификация негативно влияющих факторов на исполнение договоров**

Факторы, зависящие от заказчика	**Факторы, зависящие от контрагента**	**Другие Факторы**
Отсутствие финансов/ срыв сроков оплат	Поставка товара с истекшим сроком годности	Форс-мажорные ситуации
Отсутствие/срыв сроков передачи технической документации	Недопоставка	
Отсутствие /срыв сроков передачи давальческого материала	Поставка некачественного товара	
Отсутствие /срыв сроков передачи технологической оснастки	Поставка некомплектного товара	
Отсутствие методики выбора контрагентов	Отсутствие /срыв сроков поставки товара/ предоставления услуг	
Отсутствие логистики	Условия транспортировки	
Отсутствие установленных приоритетных направлений деятельности предприятия/прогнозирования		
Неграмотное финансовое планирование		

Представленные выше факторы имеют одинаковую степень влияния на сроки исполнения договором на различных предприятиях. Если цель договора не выполнена, то не имеет значения, какой фактор послужил её срыву. Все факторы имеют одинаковую значимость.

С помощью диаграммы связей определены логические взаимосвязи между факторами (рисунок 2)

Контрагента выбирает заказчик, а это значит, что при соответствующей методике выбора контрагентов устраняются такие факторы как транспортировка и качество поставляемой продукции.

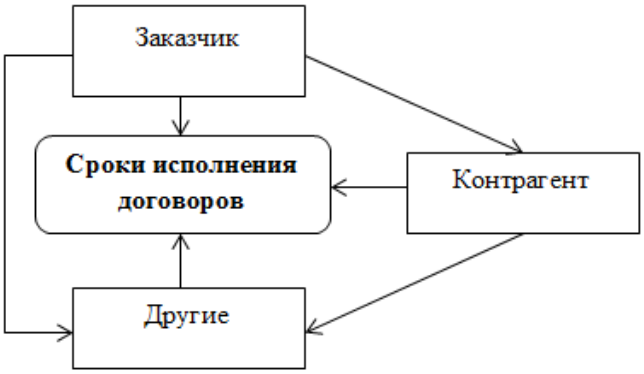


Рис. 2. Диаграмма связей факторы, влияющих на сроки исполнения договоров

Предприятиям необходимо направить усилия на устранение всех негативно влияющих факторов, приведенных выше, посредствам грамотного комплексного управления. Успешное управление договорными обязательствами способствует повышению экономической эффективности деятельности предприятий и снижению рисков. Управление всеми типами рисков становится всё более значимым элементом функционирования предприятий в связи с введением новой версии стандарта стандарт ISO 9001[5].

Для достижения успешного управления договорными обязательствами необходимо обеспечить возможность контроля всех значимых параметров договора:

- сроки поставок;
- графики выполнения работ;
- сроки и порядок осуществления платежей;
- предоставления финансовой и отчетной документации;
- предъявления претензий, взыскание штрафов.

Для полноценного управления всеми этапами реализации договора, процедур его продления и исполнения недостаточно только учетной информации о договоре, содержащейся в учетных системах управления договорами. Отсутствие учёта всех этапов реализации договора приводит к срывам сроков выполнения работ или оказания услуг, что в свою очередь тормозит работу всего предприятия, приводит к неоправданным издержкам и потерям. Для более эффективной работы предприятия необходим комплексное управление и анализ выполнения договорных обязательств, включающий:

1) контроль сроков и полноты исполнения сторонами договорных обязательств;

2) информирование об условиях возникновения и контроль наступления штрафных санкций, составление справок по срывам сроков исполнения договорных обязательств, служащих основанием для начала претензионной работы либо устранения рисков претензионной работы относительно к предприятию;

3) ведение структурированной электронной базы договорных обязательств, содержащей всю необходимую для контроля и анализа информацию.

Для совершенствования процесса управления договорными обязательствами договоров поставки предлагается схема, разработанная для

управления спецпроектов ЗАО «НПО Высокоточные системы и технологии» (УСП ЗАО «НПО ВСТ») и представленная на рисунке 3.

УСП является структурным подразделением ЗАО «НПО ВСТ», территориально расположенным в г. Ижевске. УСП организовано в октябре 2011 г. с целью производства вооружения и военной техники (В и ВТ). Деятельность осуществляется в соответствии с лицензиями на производство В и ВТ и работу со сведениями, составляющими государственную тайну. Компания ЗАО «НПО ВСТ» является исполнителем Государственного оборонного заказа.

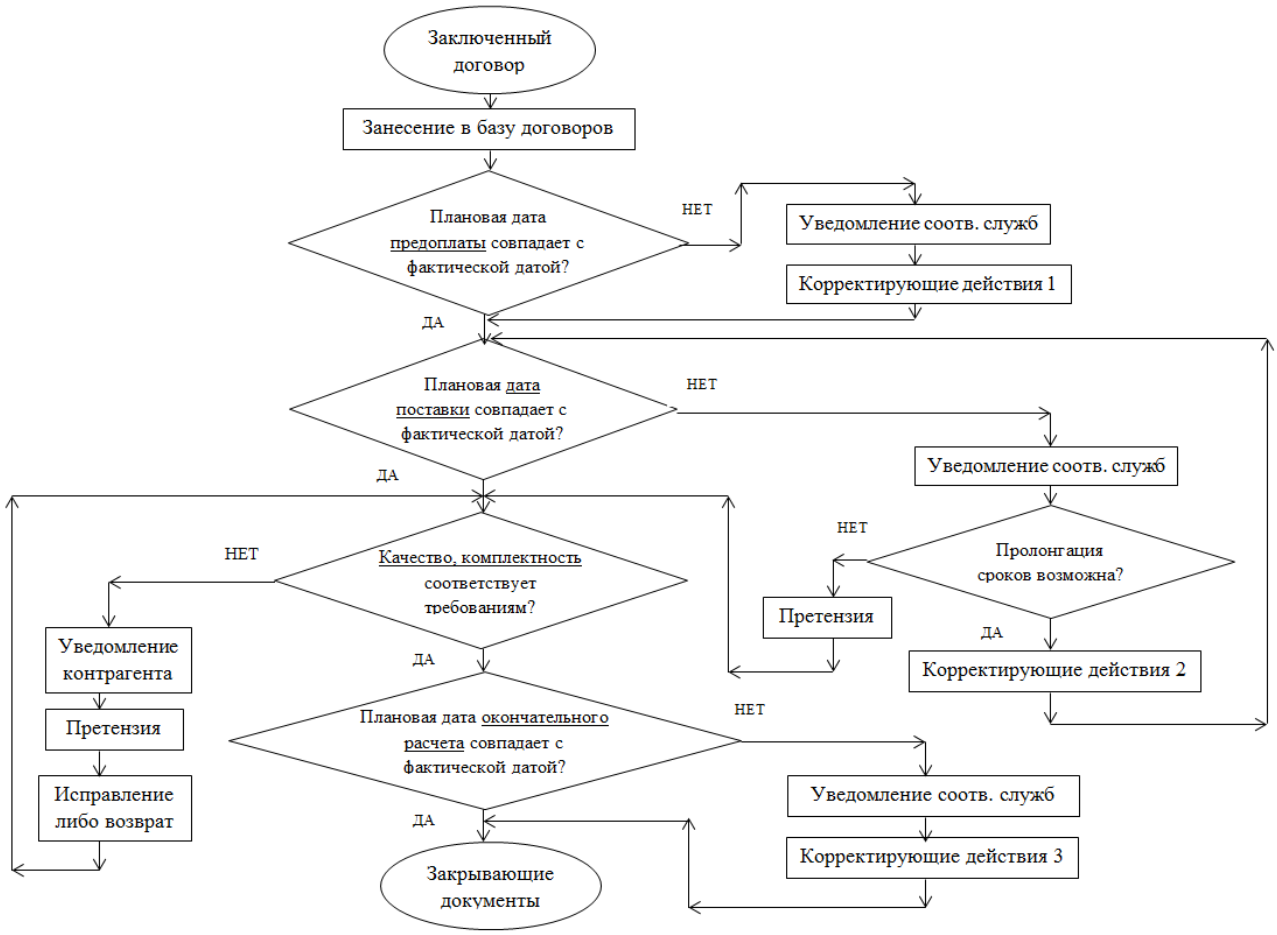


Рис. 3. Схема управления договорными обязательствами

Входом процесса управления договорными обязательствами является заключенный договор. Затем договор необходимо занести в базу договоров с указанием всех сроков выполнения договорных обязательств. Далее идёт сопоставление планового (указанного в договоре) и фактического показателей. Под показателями в данном случае понимаются даты:

- предоплаты;
- поставки;
- окончательного расчета.

Корректирующими действиями могут быть письма (гарантийные, с запросом новых сроков и др.), дополнительные соглашения и др. действия, подразумевающие юридическую защиту.

Получения закрывающих документов – выход процесса управления договорными обязательствами.

Ранжирование факторов, рассмотренное в настоящей статье, может быть выполнено по аналогии, и для других предприятий, а предложенная схема управления договорными обязательствами является адаптивной, и применима практически на любых промышленных предприятиях, с небольшими коррективами с учетом особенностей продукции и особенностей функционирования.

Внедрение предложенной схемы позволит:

- контролировать все сроки и полноту исполнения сторонами договорных обязательств;
- наглядно отображать фактическое положение по выполнению договорных обязательств (база договоров);
- усилить юридическую защиту;
- снизить риск попадения в реестр недобросовестных поставщиков (для предприятий, связанных с военной промышленностью);
- снизить риск наступления штрафных санкций;
- избежать неоправданных издержек и потерь;
- поспособствовать процветанию предприятия.

Список литературы

1. Федеральный закон от 05.04.2013 № 44-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд"
2. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) [Принят Гос. Думой 23 апреля 1994 года] от 30.11.1994 №51-ФЗ (ред. от 31.01.2016) // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 22. Ст. 309.
3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть первая) [Принят Гос. Думой 23 апреля 1994 года] от 30.11.1994 №51-ФЗ (ред. от 31.01.2016) // Собрание законодательства РФ. – 1994. – № 22. Гл. 23.
4. *Шушерин, В.В.* Средства и методы управления качеством [Текст] : учебное пособие / В.В. Шушерин, С.В. Кортов, А.С. Зеткин – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ - УПИ, 2006. – 202 с.
5. *Родионова М. А., Григорьев М. Г.* Организация процедуры управления рисками процессов СМК // Молодой ученый. — 2015. — №11. — С. 963-968.

Дыляев Н.С., магистрант, e-mail: frecle444@mail.ru;
Гольцова О.Б., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ физико-механических характеристик и сферы применения этиленвинилацетата

Аннотация: Этиленвинилацетат легкий и упругий материал, обладающий амортизирующими свойствами. В значительной степени превосходит полиэтилен по прозрачности и эластичности при низких температурах, обладает повышенной адгезией. Важные достоинства материала EVA – легкость, эластичность и упругость. В местах постоянной деформации, сохраняются свойства – отсутствуют трещины и разрывы. Сфера применения материала обширна. Этиленвинилацетат широко применяется в медицине, строительстве, производстве и других сферах деятельности.

Ключевые слова: Этиленвинилацетат, EVA , винил, изоматы, экструзия.

Материал EVA – композиционный полимерный материал (вспененный этиленвинилацетат). Он является легким и гигиеничным материалом, нашедшим широкое применение в различных сферах жизни.

Таблица 1. **Краткая характеристика Материала EVA**

Химическое название	Этиленвинилацетат
Другое название	Сополимер этилена и винилацетата
Сокращение по DIN 7728	EVA
Химическая стойкость	к растворителям, маслу
Плотность материала	0,931 г/см³
Температура плавления	80-90 °C
Температура работы	от −80 °C до +55 °C
Гигиеничность	стоек к воздействию бактерий
Диэлектричность	диэлектричен
Стойкость к истиранию	высокая износостойкость
Лёгкость материала	в 4 раза легче, чем ПВХ
Упругость	хорошая амортизация и гибкость
Изоляционость	воздухо- и водонепроницаем
Стойкость к излучению	ультрафиолетовое излучение
Вибро-шумоизоляция	снижает уровень вибрации, шума
Теплопроводность	0,35 Вт/К м
Удельное сопротивление	>1014 Ом*м
Цвет	прозрачный

Этиленвинилацетат — относится к полиолефинам, который получается путем сополимеризации этилена и мономера винилацетата. Этиленвинилацетат легкий и упругий, имеет хорошие амортизирующие свойства. В значительной степени превосходит полиэтилен по прозрачности и эластичности при низких

температурах, обладает повышенной адгезией. В табл. 1 представлена краткая характеристика Материал EVA.

Главное преимущество материала EVA – его легкость. Он значительно легче, чем резина или ПВХ. Материал EVA имеет пористую структуру, т.е. состоит из микроскопических пузырьков воздуха. Именно это позволяет EVA достигать неплохих результатов теплоизоляции материала.

Кроме того материал EVA обладает высокой износостойкостью. В местах постоянной деформации материал сохраняет все свои свойства - не трескается и не разрушается.

Существуют следующие способы переработки материала EVA:

- Экструзия (пленки, листы, шланги, кабельная оболочка);
- литье под давлением (подошва, игрушки, изоматы);
- производство термоклеев.

Таблица 2. **Применение материала EVA**

Применение	**Марка**	**Содержание винилацетата (%)**	**Свойства**
Пенопласт, пенобетон, обувная подошва, буйки, полупроводящие защитные элементы	VS 440	15,0	Хорошие химические, физико-механические свойства
	VS 430	19,0	
	VS 420	21,5	
	VS 410	26,0	
Кабельные межсоединения, полупроводящие защитные элементы	VC 500	28,0	Хорошие, химические физико-механические, электротехнические и адгезионные свойства
	VC 590	28,0	
	VC 640	15,0	
	VC 700	33,0	
	VC 710	33,0	
Термоплавкие клеи	VA 600	28,0	Хорошие адгезионные свойства
	VA 800	28,0	
	VA 810	33,0	
	VA 900	28,0	
	VA 910	28,0	
	VA 920	19,0	
	VA 930	19,0	
Экструзионные покрытия	VL 740	15,0	-
Герметики	VE 700	28,0	Прозрачность
	VE 810	33,0	

Процентное соотношение винилацетата определяет механические свойства сополимера, а также его тип (эластомер или термопласт). Чаще всего используют EVA с 10-50% содержанием винилацетата. При 100 % винилацетата получаем материал поливинилацетат (PVAC). При высоком содержании винила этиленвинилацетат имеет значительную устойчивость к маслам, растворителям, озону и высокой температуре. Сополимеры с более низким содержанием ацетата

имеют свойства, более близкие к свойствам полиэтилена низкой плотности. Кроме всего прочего свойства сополимеров этиленвинилацетата зависят от образования боковых цепочек и молекулярной массы. Повышение содержания VA (винилацетата) вызывает увеличение адгезии, эластичности, прозрачности, плотности, при этом происходит уменьшение разрушающего напряжения при растяжении, теплостойкости, твердости, кристалличности.

Устойчивость этиленвинилацетата к маслам, растворителям, озону и высокой температуре кроме всего прочего достигается и благодаря высокому содержанию винила. Применение материала в зависимости от марки и процентного содержания винилацетата представлено в табл. 2.

Одним из самых востребованных применений сополимеров EVA является изготовление на основе этиленвинилацетата термоклеев (содержание VA: 19-40%) для полиграфической, мебельной, и других промышленных отраслей.

Сополимер EVA применяется и для изготовления компаундов с другими полимерами, например, каучуком, ПВХ или полиэтиленом, и других смесей содержащих наполнители и добавки. Данный материал в виде водной дисперсии широко применяется как пленкообразователь в водно-дисперсионных красках. Высушенная водная дисперсия этиленвинилацетата применяется при производстве сухих строительных смесей.

Кроме того, сфера применения материала EVA обширна. Материал широко применяется:

- при изготовлении ортопедической обуви;
- в стоматологии, при зготовлении индивидуальных соединительных позиционеров, шин, и несъёмные протезы с мягким основанием. С его помощью можно корректировать прикус.
- в спортивной медицине, при производстве шин - протекторов, бандажей на локти и колени, фиксаторов с эластичным покрытием из этилвинилацетата;
- при изготовлении мундштуков для дайверов и ортопедических спинок ранцев для школьников.

Таким образом, материал EVA, как композиционный полимерный материал, является весомым конкурентом в различных сферах его применения. В то же время сфера применения материала - безгранична, благодаря его характеристикам, свойствам и способности их трансформации при тех или иных условиях.

Список литературы

1. *Кербер М.Л.,* Виноградов В.М. Полимерные композиционные материалы: струкура, свойства, технология: учебное пособие- 3-е испр.изд./ под ред. А.А. Берлина. – СПб.: ЦОП «Профессия», 2011 – 560с
2. *Сборник статей*: полимерные нанокомпозиты/ под ред. Ю-Винг Май, Жонг-Жен Ю, Н. – Москва: Техносфера, 2011 – 688 с.
3. *Мокушина Е.В.* Полимерный материал эва — этиленвинилацетат URL:http://www.ruskz.ru/stati/izdeliya/polimernyi-material-eva-etilenvinilacetat/(дата обращения: 21.01.2016)
4. *Волкова В.Н., Денисов А.А.,* Теория систем и системный анализ/ Москва: Юрайт, 2014 – 618с.

Дыляев Н.С., магистрант, e-mail: frecle444@mail.ru;
Гольцова О.Б., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проведение анализа методом расстановки приоритетов для выбора оптимального материала при производстве полномасштабных костюмов

Аннотация: Метод расстановки приоритетов (МРП) является экспертным методом, применяемым для выбора лучшего объекта из ряда однородных по группе критериев. Метод не ограничивает количество сравниваемых объектов и количество выбранных критериев. Важно, чтобы суждения экспертов были достаточно адекватны, для чего предварительно проводят оценку группы экспертов. Данный метод был использован с целью определения оптимального материала при производстве полномасштабных костюмов.

Ключевые слова: Метод расстановки приоритетов, EVA, Матрица попарных сравнений, критерий, анализ.

Для определения оптимального материала при производстве полномасштабных костюмов было проведен анализ данных материалов несколькими методами. Одним из данных методов является метод расстановки приоритетов. Выбор данного метода для проведения анализа обусловлен тем, что метод расстановки приоритетов является экспертным методом, который позволяет с достоверной точностью определить из ряда однородных объектов наиболее оптимальный. При проведении анализа были определены критерии для их последующего сравнения. Критериями для сравнения изделия из различных материалов являются:

1) время выполнения (дни);
2) сложность модели (балл);
3) трудоемкость (балл);
4) качество выполненной работы (балл);
5) наличие необходимого инструмента (балл).

Качественные критерии будут оцениваться по 5-ти балльной шкале, где:

5 – полностью соответствует требованиям;
4 – соответствует практически во всем;
3 – в основном соответствует требованиям;
2 – соответствует отчасти;
1 – не соответствует.

В данном случае сравнивать будет необходимо следующие материалы:

1) Этиленвинилацетат (Eva);
2) Abs- пластик;
3) Стекло-волоконная ткань (Стекло-волокно).

Матрица исходных данных представлена в табл. 1.

Таблица 1. **Матрица исходных данных**

Критерий	Eva	Abs- пластик	Стекловолокно
Время выполнения	9,5	37,5	37,5
Сложность модели	5	2	3
Трудоемкость	5	2	1
Качество выполненной работы	4	5	5
Наличие инструмента	5	1	3

Матрица попарных сравнений для каждого критерия и ранг каждого производителя по каждому критерию показана в табл. 3-7. Для регистрации результатов попарного сравнения использовались следующие символы и численные обозначения:

Таблица 2. **Оценка результатов сравнения**

Результаты сравнения	Символ	Численное обозначение
лучше	>	3
равные	=	2
хуже	<	1

Таблица 3. **Матрица сравнений по критерию «Время выполнения»**

Материл	Eva	Abs-пластик	Стекло-волокно	Сумма	Ранг
Eva		3	3	6	0,5
Abs- пластик	1		2	3	0,25
Стекловолокно	1	2		3	0,25
Итого:				12	1,0

Таблица 4. **Матрица сравнений по критерию «Сложность модели»**

Материл	Eva	Abs-пластик	Стекло-волокно	Сумма	Ранг
Eva		3	3	6	0,5
Abs- пластик	1		1	2	0,17
Стекловолокно	1	3		4	0,33
Итого:				12	1,0

Таблица 5. **Матрица сравнений по критерию «Трудоемкость»**

Материл	Eva	Abs-пластик	Стекло-волокно	Сумма	Ранг
Eva		3	2	5	0,41
Abs- пластик	1		1	2	0,17
Стекловолокно	2	3		5	0,41
Итого:				12	1,0

Таблица 6. **Матрица сравнений по критерию «Качество выполненной работы»**

Материл	Eva	Abs-пластик	Стекло-волокно	Сумма	Ранг
Eva		1	1	2	0,17
Abs- пластик	3		2	5	0,41
Стекловолокно	3	2		5	0,41
Итого:				12	1,0

Таблица 7. **Матрица сравнений по критерию «Наличие инструмента»**

Материл	Eva	Abs-пластик	Стекло-волокно	Сумма	Ранг
Eva		3	3	6	0,5
Abs- пластик	1		1	2	0,17
Стекловолокно	1	3		4	0,33
Итого:				12	1,0

Сводные итоги по представленным выше критериям собраны в табл. 8.

Таблица 8. **Сводная таблица рангов по всем критериям**

Критерий	Ранги материалов по критериям		
	Eva	Abs- пластик	Стекловолокно
Время выполнения	0,5	0,25	0,25
Сложность модели	0,5	0,17	0,33
Трудоемкость	0,41	0,17	0,41
Качество выполненной работы	0,17	0,41	0,41
Наличие инструмента	0,5	0,17	0,33

Для каждого критерия рассчитаем коэффициенты размаха числовых значений *K* и *Y* на основании матрицы исходных данных по формулам (1) и (2):

$$K = \frac{R_{max}}{R_{min}} \qquad (1)$$

где R_{max} – максимальное значение числового критерия;

R_{min} – минимальное значение числового критерия.

$$Y = \frac{K - 1}{K + 1} + \sqrt{\frac{0{,}05}{m}} \qquad (2)$$

где *m* – число критериев; 0,05 – ошибка 5%.

После проведения всех расчетов, полученные значения формируются в таблицу для дальнейшего использования Результаты расчетов показаны в табл. 9.

Таблица 9. **Коэффициенты размаха числовых значений**

Критерий	K	Y	> (1 + Y)	< (1 – Y)	= (1)
Время выполнения	2	0,43	1,43	0,57	1
Сложность модели	2,94	0,59	1,59	0,41	1
Трудоемкость	2,41	0,51	1,51	0,49	1
Качество выполненной работы	2,41	0,51	1,51	0,49	1
Наличие инструмента	2,94	0,59	1,59	0,41	1

Далее были проведены сравнения критериев по важности и определена значимость каждого критерия, используя следующие обозначения:

> более значим;

< менее значим;

= равнозначны.

Результаты данных сравнений представлены в табл. 10.

Таблица 10. **Матрица сравнения значимости критерия**

Критерии	Время выполнения	Сложность модели	Трудоемкость	Качество выполненной работы	Наличие инструмента	Сумма (Σ =19)	Значимость критерия
Время выполнения		1	1,43	1	0,57	4	0,21
Сложность модели	1		1	1,59	1,59	4,18	0,22
Трудоемкость	0,57	1		0,49	0,49	2,55	0,13
Качество выполненной работы	1	0,41	1,51		1	3,92	0,2
Наличие инструмента	1,43	0,41	1,51	1		4,35	0,23

После определения значимости критериев можно сделать следующие выводы. Уровень детализации наиболее важный критерий. На втором месте по степени значимости стоит критерий – стойкость окраски материала. Далее необходимо построить матрицу относительных приоритетов, которая представлена в табл. 11.

После того, как была составлена матрица относительных приоритетов, соответственно был определен относительный приоритет для каждого из видов

материала. При проведении анализа методом расстановки методом приоритетов, были получены следующие результаты:

1) этиленвинилацетат (Eva)- 0,42.
2) Abs- пластик- 0,23.
3) Стекло-волоконная ткань-0,33.

Таблица 11. **Матрица относительных приоритетов**

Критерии оценки	**Время выполнения**	**Сложность модели**	**Трудоемкость**	**Качество выполненной**	**Наличие инструмента**	**Сумма**	**Относительный приоритет**
Значимость критериев / **Ранги материала**	0,21	0,22	0,13	0,2	0,23	1,0	
Eva	0,5	0,5	0,41	0,17	0,5	0,42	0,42
Abs- пластик	0,25	0,17	0,17	0,41	0,17	0,23	0,23
Стекловолокно	0,25	0,33	0,41	0,41	0,33	0,33	0,33

Из этого следует, что наиболее оптимальным материалом является этиленвинилацетат (Eva) с результатом 0,42.

Таким образом, анализ методом расстановки приоритетов помог определить наиболее оптимальный материал из линейки представленных.

Список литературы

1. *Волкова В.Н., Денисов А.А.,* Теория систем и системный анализ/ Москва: Юрайт, 2014 – 618с.
2. *Гончаров В. А.*, Методы оптимизации: учеб. пособие для вузов / М.: Издательство Юрайт,2015. – 191 с.
3. *Колесников А.А.,* Синергитические методы управления системами. Теория системного синтеза/ Москва: Либроком с. 35 – 37
4. *Белов П.Г.,* Управление рисками, системный анализ и моделирование. В 3 ч. Ч. 2: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры /М. : Издательство Юрайт, 2016. – 250 с
5. *Лесин В.В., Лисовец Ю.П.,* Основы методов оптимизации/ Москва: Лань, 2011 – 352 с.

Korepanova N.V., post-graduate; e-mail: nadekor@mail.com;
Isakov V.G., Ph.D, prof.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
«Kalashnikov Izhevsk State Technical University»

Statistical analysis of traffic intensity in the Izhevsk

Abstract: This article presents the methodology of the evaluation criteria, the most severely affecting the intensity of vehicular traffic, in the opinion of the drivers. We undertook a sample of traffic characteristics on the basis of questionnaires and statistical analysis. Presented author's methodology of research will evaluate the criteria most strongly affecting the traffic, on the drivers view. We conducted a survey among residents of the city of Izhevsk - a total of 50 people. Motorists and people using public transport were among them. They estimated traffic in the city, called the busier streets and identified reasons for increasing traffic intensity. As a result, 5 factors were chosen, according to the survey participants, affect the dynamics of traffic. The methods of rank correlation, we have established distribution of more significant factors affecting the intensity of the movement. The survey allows get enough detailed information about the conditions on the route with minimal time and resources. A statistical analysis allows to evaluate the value factors, and to determine the accuracy of the survey results.

Keywords: traffic, factors ranking, Kendall coefficient of concordance, Pearson criterion.

Research of transport streams is represented an important task at the present time, because a problem exists for regulation and management of transport streams which are characterized by instability, saturation, dynamism.

Methodology of research will allow to estimate the criteria, which effect most strongly on intensity of the movement according to drivers. Study was carried among residents of Izhevsk, approximately 50 people, by questioning. Respondents were the people using public transport and motorists. They have estimated the movement in the city and called more loaded streets. They have defined the reasons for increasing of intensity on roads. We have chosen five factors, which most influence on dynamics of intensity, according to participants of poll.

Questioning allows to obtain rather exhaustive information about the traffic conditions on a route with the minimum expenses of time and means. The statistical analysis allows to estimate the factors, determine the accuracy of receiving results of questioning.

Intensity of the movement is number of the vehicles which have passed through a certain cross section of the highway during the set period [1]. Results of research are kept on Google Form http://goo.gl/forms/frZ2HlMgy9

We were proposed to participants of questioning of variables as a basis for ranging after elimination of misunderstanding in formulations. We have made to estimate extent the impact of factors on the response function.

Ranging was executed by the method of rank correlation [2]. The general view of the responses table was presented in tab. 1. We will show symbols in formulas for calculation:

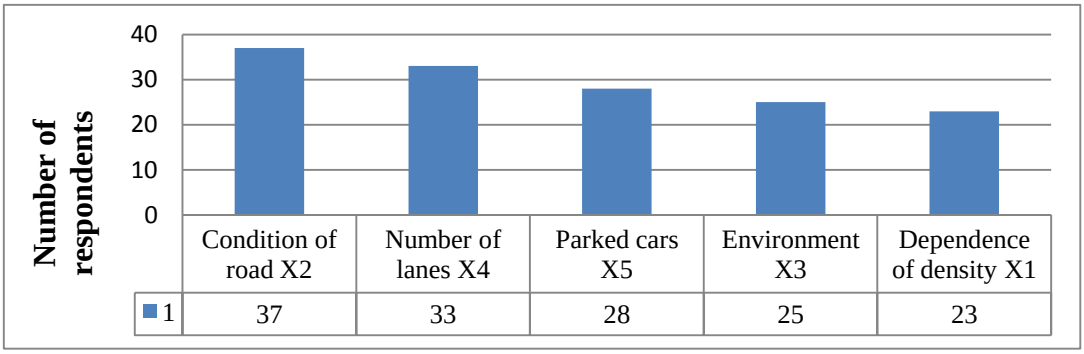


*Fig.1.*The preliminary list of the factors on the results of the survey

n – The quantity of the considered factors; m – the number of the people who have responded to questionnaires; j – serial number of the considered factor, j [1; n]; x_{ij} - the factor j-go rank, appropriated to i-m by the expert.

Table 1. **Expert estimates by results of questioning**

Expert	**Factors**					**Sum of ranks**
	X1	**X2**	**X3**	**X4**	**X5**	
1	5	1	4	2	3	15
2	4	2	3	5	1	15
3	5	1	4	2	3	15
4	5	3	4	1	2	15
5	4	2	5	1	3	15
						15
50	5	1	3	4	2	15
Sum of rank	214	82	210	98	146	150
Rank of factor						…
Δ	64	-68	60	-52	-4	0
$\mathbf{S = \Delta^2}$	4096	4624	3600	2704	16	15040

These values are approximate; therefore we have to evaluate the accuracy, which should be estimated in two stages:

• It is coefficient of matching expert opinions (Kendall coefficient of concordance), representing the degree of confidence in the results of the ranking factors. Then, we have to test the hypothesis of sufficient consistency of expert opinion, which requires an estimated value of χ^2 test

• It is comparison with table value at a given confidence level α and the number of degrees of freedom n -1.

The following results were obtained in the result of expert estimations of payments: in order of importance the factors were observed in the order of sequence: X2, X4, X5, X3, X1.

$$\Delta = \sum_{j=1}^{n} x_{ij} - \frac{\sum_i^n \sum_j^n x_{ij}}{n} \quad (1)$$

It is shown check correctness of the matrix on the basis of checksum calculation here:

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = \frac{(1+n)*n}{2} = \frac{(1+5)*5}{2} = 15 \quad (2)$$

The sum of the columns of the matrix is equal, and a checksum, so the resulting matrix is assembled correctly (2). Kendall coefficient of concordance or different coefficient of multiple rank correlations is needed to detect consistency of respondent's views on several factors. It is the method of calculating the coefficient of concordance Kendall from the formula: (3) and (4).

$$W = \frac{S}{\frac{1}{12} * m^2 (n^3 - n) - m \sum_{i=1}^{m} T_i} \quad (3)$$

$$T_I = \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{m} (l_i^3 - l_i) \quad (4)$$

Li - number of kinds of repetitive elements in evaluating the i-th expert, tl i-number of elements in the l-th tandem for i-th expert, m - the number of respondents in the group, n - number of factors, S - the sum of squared differences.

According to a Microsoft Excel spreadsheet: where S = 15040

We calculate Kendall coefficient of concordance [2] from the formula directly (3):

$$W = \frac{12 * 15040}{(50^2 * (5^3 - 5))} = 0{,}6016$$

If W <0.2 - 0.4, therefore, it is the weak coordination of the respondents.

If W > 0.6 - 0.8, it is strong the experts consistency.

W = 0, 6016, therefore we can estimate as high degree of expert opinions consistency.

For this purpose we numbered matching criterion Pearson (5):

$$\chi^2 = W * m * (n-1) \quad (5)$$

$$\chi^2 = 0{,}6016 * 50 * (5-1) = 120{,}32$$

The obtained value of $\chi^2 = 120{,}32$

We have compared with the table value for the number of degrees of freedom

K = n-1 = 5-1 = 4 and at a significance level α = 0, 05.

Value χ^2 is by calculating 120, 32 > χ^2 table = 9.48773, so the W is the value is not random and therefore the obtained results may be used for further calculations the criteria of the intensity.

Conclusions: 1. Road users adequately assessed the realities of today's transport system and self-identified factors affecting on intensity of the movement. 2. Conduct a survey of experts is consistent with the ranking factors, represented in the model. 3. The used method has to judge the intensity of the dynamics and of those criteria which should be given the greatest attention of the society.

References:

1. Methodical recommendations on accounting movement of vehicles on the road on the Federal Road Agency roads (ROSAVTODOR). – Moscow, 2013.
2. *Chigirinskaya N.V.* Mathematical modeling in economics: Textbook. Benefit / N.V. Chigirinskaya, VSTU. –Volgograd: PKK "Polytechnic", 2006. - 68 p.
3. *Byuyul A., P. Tsefel* the SPSS: art information processing: Analysis of statistical data and restore hidden patterns / translation from German. Petersburg: LLC "DiaSoft", 2002. – P.246-247.

Мерзлякова А.А., магистрант; e-mail: nastyushka-92@mail.ru;
Гольцова О.Б., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Показатели эффективности транспортных предприятий

Аннотация: В данной статье рассмотрены показатели эффективности транспортных предприятий. Проанализированы показатели, которые напрямую влияют на прибыль организации. Выявлена необходимость проведения системного анализа критериев, влияющих на эффективность транспортного предприятия. Обоснована необходимость составления структурно-логической и математической моделей для принятия решения в условиях рынка грузоперевозок.

Ключевые слова: Транспортные предприятия, рентабельность, эффективность, системный анализ, управляющие факторы, грузоперевозки.

Транспортные предприятия осуществляют грузоперевозки во всех сферах жизни общества. Тем самым являются неотъемлемой частью экономики страны. Россия – государство богатое ресурсами, которые необходимо доставлять в места использования. При этом нужно гарантировать надежность и безопасность грузов, перевозимых не только на короткие ,но и на дальние расстояния нашей страны. Важно осознавать , что предприятия, которые оказывают услуги грузоперевозок, имеют большую конкуренцию на рынке транспортных услуг. В условиях рыночной экономики является важным- достижение оптимального соотношения средств, используемых на оказание услуги к качеству обслуживания потребителя. Потребителя привлекают наименьшие сроки доставки, содержание груза в нормальных условиях, комфортность по приему и сдаче грузов и возможность получения конкретной информации о тарифах, условиях перевозки и местонахождения груза, и тогда он готов нести соответствующие затраты. Каждое же предприятие же заинтересовано в получении наибольшей прибыли, которая зависит от нестандартных, для данной области, показателях эффективности

работы предприятия. Основной задачей предприятий состоит в рациональном использовании и сочетании имеющихся ресурсов, их оценки и повышения эффективности работы.

Рассмотрим специальные показатели эффективности работы транспортного предприятия, разделим их на группы для наиболее успешного выявления показателей влияющих на эффективность работы предприятия.

Отчетные показатели:

Среднегодовая стоимость основных производственных фондов- показатель, отражающий изменение стоимости в течение года в результате ввода новых и выбытияфизически изношенных и морально устаревших основных произ водственных фондов.

Среднесписочное количество, шт. автомобилей- количество автомобилей за отчётный период, рассчитывается путём деления автомобиле - дней в хозяйстве на число календарных дней в периоде.

Мощность автопарка - сумма мощностей автомобилей предприятия

Технико-экономические показатели:

Среднесписочное количество автомобилей, шт.- за отчётный период рассчитывается путём деления автомобиле - дней в хозяйстве на число календарных дней в периоде.

Средняя грузоподъемность, т- в целом рассчитывается делением общей грузоподъемности среднесписочного количества автомобилей на их среднесписочное количество.

Общая грузоподъемность, т- масса груза, который может перевезти автомобиль при вычитании массы водителя и пассажиров в кабине.

Автомобили-дни в организации - количество дней нахождения автотранспорта со дня приобретения.

Автомобили-дни в эксплуатации - количество дней нахождения автотранспорта со дня начала эксплуатации.

Автомобили-дни нахождения в рабочем состоянии- количество дней нахождения автотранспорта со дня начала эксплуатации с учетом нахождения в ремонте и на техническом обслуживании.

Коэффициент использованного пробега- деление пробега с грузом или пассажирами на общий пробег.

Коэффициент использования грузоподъемности- характеризует степень использования номинальной грузоподъемности автомобиля

Среднее время в наряде за сутки, ч.- показатель оценивающий время, которое автоколонна находится в рейсе (более 3ех суток)

Среднее расстояние перевозки, км – среднюю дальность перевозки 1 т груза.

Количество поездок с грузом- общее количество выполненных ездок

Пробег с грузом, км – расстояние, которое проходит автотранспорт при грузоперевозке.

Объем перевозок, т- суммарный объем перевозок за отчетный период по всем

Время простоя под погрузочно-выгрузочными работами - время простоя автомобилей под погрузкой и разгрузкой грузов

Доходная ставка единицы транспортной работы - средний размер дохода от перевозки пассажира или тонны груза на единицу продукции (работы) транспорта.

Статический коэффициент использования грузоподъемности автомобиля- определяемый делением массы фактически перевезенного груза на грузоподъемность автомобиля.

Показатели эффективности:

Фондовооруженность,тыс.руб/.чел - экономический показатель, характеризующий вооруженность работников предприятий сферы материального производства основными производственными фондами (средствами).

Фондоемкость- Показатель, рассчитанный как стоимость основных средств деленная на годовой выпуск продукции с помощью этих средств.

Фондоотдача- экономический показатель, характеризующий степень эффективности использования основных производственных фондов предприятия.

Рентабельность основных фондов, %- относительный показатель экономической эффективности. Рентабельность комплексно отражает степень эффективности использования материальных, трудовых и денежных ресурсов

Коэффициент технической готовности - является основным показателем, характеризующим готовность подвижного состава к транспортной работе, и может исчисляться как за один день работы автотранспортного предприятия, так и за какой-либо другой период.

Коэффициент выпуска автомобиля на линию - определяется отношением количества дней, фактически отработанных на данной транспортной единице, к количеству дней работы автотранспортной организации.

Коэффициент расходов - отношение расходов владельцев фонда взаимных инвестиций к общей сумме вложений денежных средств.

Общая грузоподъемность- вместимость или способность транспортной единицы перевозить груз, определяемая в различных показателях.

Проанализировав показатели эффективности предприятия можно выделить управляющие факторы, которые напрямую влияют на успешность функционирования предприятия.

Факторы, влияющие на эффективность:

- грузооборот,
- мощность автопарка,
- грузоподъемность,
- количество автотранспорта,
- пробег автомобилей,
- время нахождения автотранспорта в ремонте,
- скорость,
- величина амортизационных отчислений,
- расход топлива,
- стоимость расходных материалов,
- количество поездок с грузом.

Однако помимо технических характеристик необходимо учитывать состояние дорожного покрытия стиль вождения, загруженность трассы, погодные условия и т.д.

Для результативного анализа транспортного парка предприятия необходимо уделить внимание каждой транспортной единице и проанализировать все технические показатели. Уже на этом этапе станет ясно какой транспорт наиболее эффективен, а от какого нужно отказаться. Но для полноценного анализа следует продолжить исследование и разобраться при каких сочетаниях факторов транспорт приносит доход.

Для повышения рентабельности грузоперевозок следует определить эффективное соотношение всех контролирующих факторов влияющих на прибыль предприятия. Для наиболее ясного представления зависимости и влияния факторов на показатели целесообразно составить структурно-логическую схему, которая явно даст понять на какие факторы нужно обратить особое внимание при анализе и планировании работы.

Для определения зависимости наиболее важных показателей, влияющих на эффективность предполагается использовать методы системного анализа. В данном случае наиболее подойдет экспертный метод. Экспертный метод основан на опыте, знаниях и интеллекте специалиста, позволяющего делать выводы относительно природы объекта путем его прямого освоения, восприятия и оценки. Для увеличения эффективности перевозок следует составить математическую модель, основанную на данных анализа влияния на прибыль предприятия, которая поможет принять решение в условиях рынка транспортных услуг.

Список литературы

1. *Доналд Дж. Бауэрокс, Дейвид Дж. Клосс* Логистика.. –М.: Бизнес олимп, 2005
2. *Зубин С. И* Основы коммерческой деятельности - М. : МЭСИ 2008.
3. Правдина Н.В. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности Ульяновск: УлГТУ, 2007

Раздел 9. Дизайн и реклама

Содержание

Валиева А.Р., Ившин К.С. Дизайн направление - витринистка. Предметное наполнение витрин 598
Гамов Е.С., Тонковид С.Б., Гамов И.Е. Дизайн как основа развития российского машиностроения 600
Гевчук А.А. Особенности создания fashion-фильма 603
Константинов С.В. Альтернативные средства визуализации с помощью Unreal Engine 4 605
Кузнецова Н.А., Черных М.М., Каргашина Е.В. Классификация детских игрушек 608
Кусакин В. В., Ившин К. С. Дизайн как целоструктурирование форм материальной культуры 611
Лифанова К.О., Казачкова О.А. Кодирование и декодирование визуальных образов 615
Лобанов С.В., Соколова М.Л. Возможности взаимодействия традиционных ювелирных украшений и современной носимой электроники 618
Наумова Ю.С., Кривошеина Н.В. Эстетика и функциональность технологии лазерного кромления фасадов современного кухонного гарнитура 621
Санду О.М. Концепция редизайна «Учебно-спортивного центра студентов ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» 625
Сутягина П.Л., Останина П.А. Дизайн и технологические режимы печати изделий на 3d-принтере Mbot Grid II 630
Усольцева А.В. Повышение потребительских свойств художественно-промышленных изделий 633
Широбокова Д.В., Валиева Г.Р. Область применения ортопедических рукояток 637

УДК 658.512.23

Раздел 9. Дизайн и реклама

Валиева А.Р., магистрант, e-mail: mechtamomenta@yandex.ru;
Ившин К.С., к.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Дизайн направление - витринистика. Предметное наполнение витрин

Витринистика - синтез искусства, моды и маркетинга[1], направленная в то же время на то, чтобы поразить и привлечь внимание покупателя. Данные витрины очень важны для идентификации бренда. Витрины известных брендов все больше стали напоминать художественные инсталляции и фантастические сцены из фильмов. Актуальность исследования заключается в изучении развития предметного наполнения, используемого в витринистике, влиянии данных изменений на визуальное восприятие покупателей и их реакцию.

Использование в витринистике определенных составляющих элементов, служащих главным инструментом привлечения покупателей, непрерывно совершенствуется. Стилизация предметов, появление новых объектов занимают определенный промежуток времени. Необходимо разобраться в предметном наполнении витрин, провести хронологию развития.

Предметным наполнением витрины служат:

1. **Манекены**. Воспроизводят структуру человеческого тела, производятся, как правило, из пластика. Манекены выделяются богатством поз, причесок, вариантами выражения лица.

Историю эволюции манекена описывает специалист по визуальным коммуникациям и колумнист английской газеты Guardian Барбары Брауни (Barbara Brownie). В ее работе четко выявлена хронология стилизации манеконов. Так в 50-х годах XIX века безголовые манекены представляют собой сплетение ивовых прутьев. Такие манекены должны были изображать только силуэт изделия. В 70-х годах в манекены закладывается образ потребителя, поэтому появляются головы и конечности. Затем в течение 60-70 лет производители пытаются добиться приближенного к реализму результата, иногда в качестве манекенов были использованы живые модели. В 20-х годах XX века манекены набирают наибольшую выразительность, функциональность же отходит на второй план. В 30-е годы в дополнение к сменяемым рукам и движущимся частям, сами торсы становится более пластичными, и могут даже изображать какие-то занятия, которые являются отражением стиля жизни потребителей. В последующем десятилетии манекены примыкают к артистическому экспрессионизму.

Манекены создают возможность ассоциации идеалов и ценностей потребителя. Безголовые манекены не отображают конкретную целевую аудиторию, что является их достоинством, так как данное тело может принадлежать кому угодно.

Что же касается манекенов, обладающих головой, то в настоящее время их лица не выразительны, зачастую они обезличены.

Правильно подобранные, расставленные и одетые манекены могут **повысить продажи на 15-20%.**

2. Различные **подставки под продукцию.**

Здесь нет ограничений – могут использоваться как стандартные, так и эксклюзивные дизайнерские подставки, вешалки, подиумы специальной конструкции. Являясь оборудованием витрины, данные объекты всегда соответствуют тому временному стилевому направлению, которое преобладает в период создания оформления витрины, начиная дворцовыми стилями главенствующих в XVIII веке заканчивая новыми стилями современного XXI века. Здесь также огромное влияние оказывает научно-техническое развитие, появление новых материалов, возможностей производства. Так стоит отметить влияние совершенствования возможностей печати на 3D-принтерах.

3. Джамбо-боксы - увеличенные **копии товаров или муляжи.**

Данные предметы являются относительно новым изобретением. Их появление связано с развитием в середине XX века стиля поп-арт. Использование джамбо рассчитано на то, что человек запомнит упаковку и подсознательно будет искать ее на прилавке.

4. **Полиграфическая продукция.**

Полиграфия считается самым бюджетным вариантом, но и она может оказаться эффектной. Размещается не сам товар, а только текстовые элементы, геометрические фигуры разных цветов, выполненные из различных материалов, цветовое оформление.

5. **Арт-объекты** – фитокомпозиции, декоративная зелень, светильники, мебель, сувениры, ткани, аксессуары. Элементы из стекла, камня, дерева, пластика, металла.

Арт-объекты являются дополнительным элементом витрины, создающим неповторимый акцент в визуальном сообщении. Именно они доводят витрины до уровня художественного произведения искусства с индивидуальной гласностью, способной наиболее точно донести главную идею дизайнеров. Именно они привлекают внимание покупателей к новой продукции, делая ее более запоминающейся и родной для определенного сегмента.

В ходе исследования было изучено предметное наполнение витрин: манекены, подставки под продукцию, джамбо-боксы, полиграфическая продукция, арт-объекты. Их развитие и совершенствование, а также роль и влияние на покупателей. Так современные манекены не указывают на конкретного покупателя, оборудование представляет разнообразие форм, материалов, джамбо-боксы выступают относительно новым способом рекламы, полиграфическая продукция следует тенденциям современного мира зачастую являющаяся слоганом рекламы, а арт-объекты призваны на привлечение внимания. Главная цель

предметного наполнение витрин – красиво и доступно отразить заложенный визуальный код в товаре, а не абстрактные инсталляции в духе современного искусства [3].

Список литературы

1. Официальный сайт «Модный магазин». [Электронный ресурс]. – Электрон. Дан. – Режим доступа: http://www.e-mm.ru/article/16679 (дата обращения: 29.01.2016).
2. *Заславская Н.Е.* Визуальный мерчендайзинг: URL: http://www.visual-merch.com/2013/09/maneqeni-chto-s-nimi-proishodit.html#more (дата обращения: 29.01.2016).
3. *Туляков А.* Золотые правила визуального мерчандайзинга / [Электронный ресурс] // Витринистика: информ.-справочный портал. URL: http://vitrinistika.ru/visual-merchandising/zolotye-pravila-vizualnogo-merchandajzinga (дата обращения: 29.01.2016).

Гамов Е.С., д.т.н., профессор;
Тонковид С.Б., доцент, e-mail: tonkovid77@mail.ru
Гамов И.Е., ассистент

ФГБОУ ВПО «Липецкий государственный технический университет»

Дизайн как основа развития российского машиностроения

Аннотация: В статье раскрывается приоритет дизайна среди других компетенций (специальностей) в современных экономических условиях, а также актуальность в области машиностроения. Показана многозначность термина «дизайн» и затронута проблема его генезиса.

Ключевые слова: дизайн, машиностроение, техническая эстетика, эргономика, компетенции, WorldSkills.

Несмотря на то, что дизайн человечеству известен 6000 лет [1], о нем в машиностроении стали говорить только в 80-е годы XX века [2] и это вопреки тому, что уже 200 лет изделия машиностроения формируют нашу материальную культуру, которая оказывает влияние на отечественную экономику и на качество жизни людей в нашей стране.

По данным [2,3]: «Дизайн – это проектирование материальных объектов и жизненных ситуаций на основе метода компоновки при необходимом исполнении данных науки с целью придания результатом проектирования эстетических качеств и оптимизации их взаимодействия с человеком и обществом».

Установлены смысловые корни термина «дизайн» [4], которые восходят к латинскому «designare» - определять, обозначать. В свою очередь в эпоху Ренессанса в итальянское «disegno» обозначало проекты, рисунки и в целом основополагающие идеи.

Заметим, что в Англии слово «designo» распространилось еще в XVI веке. Первоначальное значение англоязычного понятия «дизайн» имеет несколько смысловых рядов [4]:

• генетический – декорирование: узор, орнамент, декор, украшение, убранство;

• проектно-графический, означающий набросок, эскиз, рисунок, собственно проект, чертеж, конструкция;

• превосходящее – план, предположение, замысел, намерение;

• драматический – затея, ухищрение, умысел, интрига.

Таким образом, англоязычные значения термина «дизайн» имеют широкий спектр значений и в сочетании с острой социальной направленностью, а также вниманием к проблемам человеческого фактора, являются новыми разновидностями проектной деятельности в машиностроении.

Однако, в настоящее время объектами дизайн-проектирования являются не изделия, а потребности, наличие спроса на выполнение какой-либо проектной деятельности. Например, осуществление заказной утилитарной функции [4].

Из изложенного проистекает и современное понимание дизайна [4]: «Дизайн – специфическая сфера деятельности по разработке (проектированию) предметно-пространственной среды (в целом и отдельных ее компонентов), а также жизненных ситуаций с целью придания результатам проектирования высоких потребительских свойств, эстетических качеств, оптимизации и гармонизации их взаимодействия с человеком и обществом».

Вместе с тем установлено, что в дизайне его теоретической основой являются техническая эстетика, а естественнонаучной базой – эргономика, что находит свое отражение в обобщенной структуре дизайн-программ, которая по данным [4] представляет конкретную практическую форму реализации системного дизайна. Она также объединяет в единое целое процесс разработки эстетико-художественной концепции сложного социально-культурного кластера с разработкой программно-целевой организации системного творчества, направленной на осуществление какого-либо проекта.

В этой программе имеются следующие блоки, которые могут быть актуальны и в машиностроении [5,6]:

• проблемно-целевой блок, где заложена формулировка проблемы, цели и задачи программы. Они дополнены кратким анализом и оценкой исходного состояния проблемы, а также содержат формулировку конечных проблемных результатов с указанием сроков их выполнения;

• концептуальный блок – замысел и пути подхода реализации проблемы с ее обобщенной и целостной программой модели машины или какого-либо изделия (оборудования), задающие их принципиальные параметры (типологические, конструкционные, эксплуатационные), а также стратегию по их достижению;

• организационный блок – характеристика конкретных и детально разработанных форм, методов и инструкция по организации и управлению осу-

ществления программы, а также контроля за ее реализацией и состав организационно-хозяйственных мероприятий;

• проектный блок – содержание мероприятий и решений по проектированию кластера, на его этапах; выполнение дизайн-программы и ее промышленной реализации.

Заметим также, что в настоящее время дизайн является приоритетным среди других компетенций (специальностей). Об этом свидетельствует Перечень поручений Президента Российской Федерации от 08 декабря 2015 г. № Пр – 2508, пункт 16, согласно которому Союз «Агентство развития профессиональных сообществ и рабочих кадров «Ворлдскиллс Россия» совместно с ФГБОУ ВО «Московский государственный машиностроительный университет» (МАМИ) проводит Всероссийский межвузовский отборочный Чемпионат «Молодые профессионалы» (WorldSkills Russia) – национальный проект по следующим компетенциям:

Web-дизайн; ИТ – решения для бизнеса; ИТ – решения для бизнеса на платформе 1С: Предприятие 8; мобильная робототехника; интернет вещей; инженерный дизайн CAD (САПР); реверсивный инжиниринг; прототипирование; промышленный дизайн; электроника; токарные работы на станках с ЧПУ; фрезерные работы на станках с ЧПУ [7].

Из выше перечисленного перечня 12 компетенций следует, что предпочтение порядка 45% отдается дизайну, в том числе таким компетенциям как веб-дизайн, инженерный дизайн, промышленный дизайн.

При этом лучшие участники данного чемпионата зачисляются в кандидаты на включение в расширенный состав национальной сборной России с дальнейшим отбором основного конкурсанта для представления Российской Федерации по указанным компетенциям в мировом чемпионате по профессиональному мастерству по стандартам «Ворлдскиллс», который состоится в г. Абу-Даби, ОАЭ в 2017 году [7].

Таким образом, с учетом выше изложенного дизайн сегодня способен придать новый импульс развитию российского машиностроения, которое охватывает широчайший круг объектов – «от иголки до космического комплекса».

Список литературы

1. *Пайл, Дж.* 6000 лет истории архитектуры и дизайна / Джон Пайл; перевод с англ. яз. О.И.Сергиевой.- М.: Астрель, 2012, - 465 с.: ил.
2. Проектирование и моделирование промышленных изделий: Учеб. для вузов/ *С.А. Васин, А.Ю. Талащук, В.Г. Бандорин, Ю.А. Талащук*.- М.: Машиностроение -1, 2004 – 692 с., ил.
3. История дизайна, науки и техники/ *Рунге В.Ф.*: Учеб. пособие. Издание в 2-х книгах. Книга 1. – М.: Архитектура – С, 2006. – 368 с., ил.
4. *Рунге В.Ф. Сеньковский В.В.* Основы теории и методологии дизайна.
5. Учебное пособие (конспект лекций). – М.: МЗ – Пресс, 2001.- 252 с.
6. *Гамов Е.С.* Роль и значение дизайна в машиностроении/ Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры технологии машиностроения ЛГТУ «Фундаментальные и

прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии» - Липецк: ЛГТУ, 2012.- с.229 – 232.
7. *Тонковид С.Б.* Дизайн как объект проблемы модернизации современного машиностроительного производства / Сборник научных трудов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию кафедры технологии машиностроения ЛГТУ «Фундаментальные и прикладные проблемы модернизации современного машиностроения и металлургии» (Часть 2) - Липецк: ЛГТУ, 2012.- с.301-304.
8. Сообщение заместителя Министра Минобрнауки России *А.А. Климова* образовательным организациям высшего образования «О проведении Всероссийского межвузовского чемпионата» от 06.02.2016, №434/06 – 3с.

Гевчук А.А., магистрант, e-mail: angigev@gmail.com

ФГБУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Особенности создания fashion-фильма

Аннотация: Современный мир наполнен невидимыми информационными потоками, в которых человечество находит для себя определенную полезность. *Fashion*-фильм является совокупностью информации о жизни общества, отражает в себе тенденции времени в котором создан – это информационный поток в мир моды. Цель: познакомить с понятием *fashion*-фильм. Теория: понимание симбиоза рекламы, дизайна, кино. Материалы и методы: рассмотрение популярных произведений в жанре *fashion*-фильм, получение выводов и применение к ним анализа, объединяющего в аспекты, рамки. Результаты: раскрыто понятие *fashion*-фильма, определены этапы создания и структурированы аспекты, раскрываемые в *fashion*-фильме. Заключение: *fashion-фильм* универсальный жанр, затрагивающий самые популяризированные сферы общества в современном мире.

Ключевые слова: *fashion*-фильм, мода, реклама, дизайн, кино, концепция, *moodboard*.

Современные технологии, такие, как возможность визуализировать образы с помощью компьютерной графики, досягаемость видеопроизводства, и всевозможные каналы передачи информации, убедили коммерсантов модного бизнеса, что пора использовать эффективность этих ресурсов для продвижения в *fashion*-индустрии. Так появился *fashion-film* – продукт нового и очень перспективного искусства, находящегося на стыке моды, рекламы, кино и видеоарта, одновременно и рекламный ролик, и артхаусное кино, и съемка для глянцевого журнала [1].

Fashion-фильм – это короткие видеоролики, обычно две-три минуты длиной, которые модные дома и дизайнеры выпускают в поддержку сезонных коллекций. Изначально это рекламный инструмент, способ показать новые коллекции и тренды. Но *fashion*-фильмы шагнули из рекламы в искусство. Конечно, императив «купить платье или сумку» остался, но он завуалирован и завернут в

ненавязчивую и очень красивую обертку. Получается реклама для тех, кто устал от рекламы. Задача таких фильмов в том, чтобы создать особый мир, атмосферу, поймать нужное настроение, и как результат – хотя бы на пару минут завладеть вниманием зрителя [1].

Сейчас абсолютно точно ощущается тенденция «меньше бюджета, больше результата» для привлечения молодой и прогрессивной аудитории. С теми же целями, помимо основных коммерческих роликов, транслируемых на ТВ или рекламных блоках на Youtube, бренды выделяют бюджет и для создания имиджевого, не рекламного видео. Для этого они ищут по всему миру режиссеров, имеющих свой яркий узнаваемый почерк. Лояльность к бренду повышается, когда картинка становится еще тоньше завуалирована под видеоискусство [1].

Для того, чтобы продукт в виде *fashion*-фильм создать, понадобиться пройти этапы: концепция дизайнера, концепция режиссера-постановщика, симбиоз концепций дизайнера и режиссера-постановщика. Важным составляющим фактором продукта *fashion*-фильм является подбор команды из режиссера-постановщика, дизайнера, операторов, монтеров и многих других. Режиссер-постановщик, напишет техническое, творческое задание, основываясь на образ дизайнера, сделает раскадровку, а дизайнер выстроит стиль, формирует *moodboard*, создаст образы. Основным моментом является единство или смешение видения дизайнера и режиссера-постановщика, именно их тандем, командная работа приводят к нужному результату.

Для режиссеров-постановщиков, важно формирование собственного стиля и оттачивание мастерства, а для дизайнеров – постоянно пребывать в творческом поиске идей и способов их воплощения [2].

Новые ролики появляются каждый сезон и чаще, причем во всех сегментах рынка: от *luxury* до масс-маркета. Видео снимают взамен подиумных показов, в качестве редакторских материалов, для выставочных арт-проектов и коллабораций. Потенциально, *fashion*-фильмы будут снимать многие онлайн-ритейлеры и глянцевые журналы.

Для того, чтобы снять *fashion*-фильм, нужно создать команду, минимум из дизайнера и режиссера-постановщика, которые развивают свой совместный проект, отталкиваясь от ступеней создания *fashion*-фильма:

1. Определить концепцию – задействованы специалисты: дизайнер и режиссер-постановщик;
2. Утверждаем авторский стиль – задействованы специалисты: дизайнер и режиссер-постановщик;
3. Подбираем видео-пространство; Подборка материалов для съемки, суть съемки и направление к которому следует двигаться – задействованы специалисты: дизайнер и режиссер-постановщик [2];
4. Создание *moodboard*– задействованы специалисты: дизайнер;
5. Проработка *moodboarda,* пространства и сценария – задействованы специалисты дизайнер и режиссер-постановщик;
6. Раскадровка – задействованы специалисты: режиссер-постановщик;

7. Съемка – задействованы специалисты: дизайнер и режиссер-постановщик, оператор, звукооператор [2];
8. Последующая работа с отснятым материалом, постобработка, задействованы специалисты: монтажер, дизайнер и режиссер-постановщик;
9. Монтаж (композ (сведение кадров), звук) задействованы специалисты: монтажер, композитор;
10. Добавление моушн-графики, шурешек – визуальный мусор для атмосферы кадра задействованы специалисты: моушн-дизайнер, монтажер, шумовик;
11. Финальный композ – задействованы специалисты: монтажер, режиссер-постановщик [3].

Стоить отметить, что создание видео процесс исключительно творческий, каждая из ступеней может подразделяться и дополнятся.

Создание ролика увлекательный, кропотливый процесс, который должен вылиться в продукт, выходящий за рамки традиционных представлений о рекламе и кино.

Fashion-фильмы рассказывают о коллекции дизайнера, о его идеях. Зрители же с помощью зафиксированным в видео ссылкам, напрямую связывают дизайнера с покупателями из разных уголков планеты.

Список литературы

1. Официальный сайт «Московская школа кино» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://moscowfilmschool.ru/news/i/153/ , свободный.
2. Официальный сайт «Википедия» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Кинопроизводство, свободный.
3. Официальный сайт «LIVEJOURNAL» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://keeraah.livejournal.com/173427.html?page=1, свободный.

Константинов С.В., магистрант

ФГБУ ВПО «Удмуртский государственный университет»

Альтернативные средства визуализации с помощью Unreal Engine 4

Аннотация. Актуальность: возможность компьютерных технологий, при поддержке таких компаний, как *Epic Games,* открывает разные возможности для создания и презентации своих проектов. Цель: донести информацию о возможностях визуализации с помощью Unreal Engine 4. Материалы и методы: использование материалов интернет ресурсов, методы анализа и рассуждения. В заключение приведены плюсы и минусы использования движка Unreal Engine 4.

Ключевые слова: Unreal Engine 4, vRay, MentalRay, Corona, KeyShot.

Презентуя проект, архитекторы и дизайнеры прибегают к такому способу подачи, как 3D визуализация. Чаще всего это статичное изображение, полученное с помощью визуализаторов *vRay, MentalRay, Corona, KeyShot* и других.

С ростом производительности компьютерного оборудования *GPU* рендер может изменить традиционный подход к работе визуализаторов, дизайнеров и архитекторов. Поскольку появилась возможность окунутся в пространство интерьера жилого дома или прогуляться по саду, внутреннему двору, осмотреть фасад здания или целую улицу. Это стало возможно благодаря развитию игровой компьютерной индустрии, результатом которой стало появление *next-gen* игровых движков, которые направлены на фотореалистичность. Одним из таких движков является *Unreal Engine 4* от *EpicGames*.

В данной статье разберем плюсы использования движка *Unreal Engine* для визуализации архитектурных проектов.

Игровой движок *Unreal Engine* позволяет создавать игры для большинства операционных систем и платформ. 2 марта 2015 года движок стал бесплатными для всех разработчиков. Этот факт открыл новые дороги не только создателям игр, но и дизайнерам, для которых преимущество интерактивного пребывания в пространстве является преимуществом при общении и достижении понимания с заказчиком. *Unreal Engine 4* предоставляет некоторый набор, благодаря которому можно создать свое игровое пространство [1].

Для создания пространства интерьера, экстерьера и любой другой среды определен такой элемент игрового движка, как «мир». Мир, уровень (*world, gamelevel*) – т.е. игровой мир – это условное виртуальное пространство, в котором есть свои законы физики [2].

Unreal Engine 4 принимает *3D* модели в формате *.obj.* и *.fbx.* В этом плане *Unreal Engine 4* практически «всеяден» и он принимает множество различных форматов от *PSD* до *obj* и *MOV* и другие [1].

Моделировать и экспортировать объекты можно в любом 3D редакторе (*3ds Max, Blender, Maya* и пр.) Желательно, чтобы модель имела хорошую топологию и полигонаж, если говорить об интерьерах, то основные объекты не должны превышать 100 тысяч треугольников. Все модели должны иметь развёртку текстуры, чем ровнее она будет, тем качественнее на неё ляжет текстура и, свет с тенями [3],[4].

В *Unreal Engine 4* используются четыре типа базовых источников света: направленный свет, глобальное освещение, точечный свет и прожектор. Правильно настроенные и размещенные источники света - это мощный инструмент для создания нужной атмосферы [5].

Исходя из опыта работы в *Unreal Engine 4* и *3D M*ax, получается результат из плюсов и минусов, представленный в таблице 1.

Таблица 1

Возможности программ	*Unreal Engine 4*	*3ds Max*
Способы визуализации. Концепт проекта, демонстрируют с помощью видеороликов и картинок, сделанных на основе 3D-графики	+ Интерактивная. Возможность изменить направление обзора разрабатываемого пространства в реальном времени, т.е. сделать обзор «на ходу» по желанию заказчика	Классическая. Ограничивает просмотр, так как в ролике нет возможности отклониться от сюжета и внимательно осмотреть детали
Просчет анимации	+ Происходит в реальном времени. (1мин – 1 минута)	От 7-ми секунд до неограниченного времени. (1 минута ролика интерьера – от 75 минут)
Интерактивность	+ Функции интерактивной смены геометрии, освещения и текстур	нет
Интеграции сцены для дальнейшей презентации заказчику	+ Можно «закомплектовать» в приложение, которое поддерживается компьютером, телефоном, планшетом	нет
Применение доп. реальности	+ Презентация проекта через *VR-очки*	нет
Реальность рендаринга	– Фотореалистичность достигается большими усилиями	Достижимая фотореалистичность
Размер готового продукта	– Готовый билд может превышать 1*GB*. [3]	

В качестве презентационного проекта *Unreal Engine 4* является лучшим решением для глубокого погружения заказчика в дизайн-пространство. С помощью этого игрового движка получится отобразить любые творческие эксперименты и презентовать их заказчику, что отобразится несомненным плюсом как в творческом, так и финансовом плане.

Список литературы

1. Официальный сайт «Википедия» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine#Unreal_Engine_4, свободный.
2. Официальный сайт «Unreal Engine» » [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: https:// docs.unrealengine.com /latest/INT /Resources /Showcases /RealisticRendering /index.html, свободный.
3. Официальный сайт «Хабрахабр» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/253503/, свободный.
4. Официальный сайт «Хабрахабр» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://habrahabr.ru/post/249965/, свободный.
5. Официальный сайт «Дизайн уровней. Теория и практика» [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: http://pro.level-design.ru, свободный.

Кузнецова Н.А., магистрант, e-mail: knatalia@me.com;
Черных М.М., д.т.н., профессор;
Каргашина Е.В., к.т.н., доцент e-mail: rid@istu.ru;

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Классификация детских игрушек

Аннотация: Предложена классификация игрушек, учитывающая воспитательное назначение в соответствии с возрастом ребенка.

Ключевые слова: детская игрушка, возраст, воспитание, назначение, классификация.

Детская игрушка – один из главных элементов, находящийся в окружении ребенка, способствующий развитию его навыков (коммуникативных, поведенческих, восприятия и т.д.) и влияющий на формирование ребенка как личности.

Одна из первых классификаций игрушек принадлежит Е. А. Аркину. Он считает, что классифицировать игрушки можно по разным признакам, но наиболее пригодной классификацию игрушек следует признать, основанную на доминирующем свойстве игрушки. Е. А. Аркин подразделяет игрушки на четыре группы: звуковые (погремушки, трещотки, бубенцы и т.д.), двигательные (стрелы, лук, тележки и т.д.), образные игрушки (животные, куклы) и веревочку, из которой делают различные фигуры [1].

Подробной классификацией игрушек в педагогике принято считать предложенную Е. А. Флериной. В ее основе лежат аспекты физического и психического развития ребенка. Виды игрушек подразделяются на восемь групп: моторно-спортивные (мяч, обруч, кегли и т.д.), сюжетные (люди, транспорт, животные и т.д.), творческие трудовые (конструкторы, строительный материал и т.д.), технические (фотоаппараты, машины, калейдоскопы и т.д.), настольные игры (домино, лото, настольный хоккей и т.д.), веселые игрушки (крякающая утка, прыгающий зайчик и т.д.), музыкальные игрушки примитивные музыкальные инструменты и т.д.), театральные игрушки (театр игрушек, теневой театр) [2].

Классификация игрушек в психологическом аспекте разработана В. С. Мухиной. Она разделяет игрушки на две группы: игрушки, направленные на познавательное развитие ребенка (пирамидки, погремушки, орудия труда) и игрушки, воздействующие на нравственную сферу личности ребенка (мягкие игрушки, изображающие животных, куклы и др.) [3].

Выделим классификацию Н. А. Бойченко. В ней игрушки делятся на семь групп:

- сюжетно-образные игрушки, группируются с учетом их социально-педагогических особенностей. Куклы, животные, предметы игрового обихода. Основное назначение – воспитание элементарных социальных чувств; театральные игрушки и празднично-карнавальные игрушки;

- технические игрушки (бытовая техника, транспорт);
- игрушки на сельскохозяйственную тематику (тракторы, комбайны и т.д.);
- игрушки на военную тематику (орудия, зенитные установки и т.д.);
- дорожно-строительные и архитектурно-строительные (бульдозеры, экскаваторы и др.);
- машины специального назначения (почтовая, овощные фургоны, пожарная машина и т.д.);
- игрушки, отражающие промышленное оборудование (транспортеры, подвесные дороги и др.) [4].

Известно, что развитие навыков у ребенка последовательно, поэтапно, начиная с определенного возраста, примером служат сензитивные периоды, разработанные М. Монтессори [5]. На основе известных классификаций, представляется целесообразным разработка классификации по функционально-возрастному признаку, увязывающей развития навыков ребенка по мере усложнения игрушки с его возрастом (таблица).

Таблица. **Классификация детских игрушек (по воспитательно-возрастному назначению)**

<table>
<tr><th rowspan="3">Направленность игрушек</th><th colspan="6">Возраст ребенка</th></tr>
<tr><td colspan="3">Ясельные (до 3-х лет)</td><td rowspan="2">Дошкольные (От 3 до 6 лет)</td><td colspan="2">Школьные (От 7 до 17 лет)</td></tr>
<tr><td>1-я гр. раннего возраста (1 год)</td><td>2-ягр. раннего возраста (2 года)</td><td>3-я гр. раннего возраста (3 года)</td><td>Младший (от 7 до 9 лет)</td><td>Старший (от 10 до 17 лет)</td></tr>
<tr><td>1. Развитие первоначальных движений и восприятия</td><td colspan="6">Элементарные игрушки</td></tr>
<tr><td></td><td>Погремушки, подвески, шарики кольца, пирамидки, матрешки, цветные кубики и др.</td><td colspan="5">-</td></tr>
<tr><td>2. Физическое развитие</td><td colspan="6">Моторно-спортивные игрушки</td></tr>
<tr><td></td><td>Ходунки</td><td>Прыгунки, конникачалки и др.</td><td>Велосипеды трёхколёсные, кольца, коляски и др.</td><td>Велосипеды, луки, ружья, санки, мячи, скакалки, обручи и др.</td><td colspan="2">Городки, кегли, лыжи, коньки, настольный теннис и др.</td></tr>
<tr><td>3. Знакомство с окружающей средой</td><td colspan="6">Сюжетно-образные игрушки</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="2">Фигурки животных, птиц, куклы-голыши</td><td>Куклы, отражающие различные профессии и др.</td><td>Транспортные игрушки, кукольная мебель, посуда, куклы крупных размеров и др.</td><td colspan="2">Предметы домашнего обихода, транспортные игрушки и др.</td></tr>
</table>

4. Знакомство с элементами науки и техники	Научные и технические игрушки				
	-	Игрушки-трансформеры	Железные дороги, электронные игрушки, действующие модели машин и др.	Конструкторы, оптические игрушки и др.	Конструирование приборов, радиоконструкторы, электроконструкторы, наборы по физике, химии и т.д.
5. Знакомство с трудовыми процессами	Трудовые игрушки				
	-	Песочные и строительные наборы (совки, лопатки, грабли, ведерки, лейки)	Строительные материалы, тематические наборы (школа, завод), переводные картинки, детские швейные машинки и др.	Наборы для выпиливания, вырезания, выжигания, наборы для вышивания	
6. Музыкальное и художественное развитие	Музыкальные и художественные игрушки				
	-	Книжки-игрушки, барабаны, бубны и др.	Простейшие музыкальные игрушки, театральные игрушки, ксилофоны, металлофоны, альбомы для раскрашивания, пластилин и др.	Гитары, балалайки и др.	
7. Умственное развитие	Настольные игры				
	-	Крупная мозаика	Дидактические наборы цифр и букв, счетные палочки и др.	Мозаики, зоологическое лото, игры по запоминанию иностранных слов и др.	Шашки, шахматы, домино, хоккей, футбол и др.
8 .Знакомство с развлекательными игрушками	Игрушки-забавы				
	-	Танцующие и прыгающие фигурки животных (заводные)		-	
9 .Знакомство с электронной техникой	Компьютер, планшет, приставка и др.				
	-		Развивающие (рисовалки, логические, игры на счет и внимание)	Обучающие и развлекательные (игровые приставки)	

В качестве выводов в данной статье выступает следующее:

1. Предложенная классификация детских игрушек по функционально-возрастному признаку учитывает взаимосвязь развиваемых навыков у ребенка с видом игрушек, изменением и усложнением их по мере взросления ребенка;

2. К рассмотренным в известных классификациях категориям игрушек добавляем компьютерные, необходимые для полноценного развития ребенка.

Список литературы

1. *Аркин Е. А.* Ребенок в дошкольные годы (в двух частях) / Под ред. А. В. Запорожца и В. В. Давыдова. - М.: Просвещение, 1968. - 446 с.;
2. *Флерина Е. А.* Игра и игрушка / Под редакцией Д. В. Менджерицкой. – М.: Просвещение, 1973. - 48 с.;
3. *Мухина В. С.* Детская психология: Учеб. для студентов пед. ин-тов/ Под ред. Л. А. Венгера, — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Просвещение, 1985. — 272 с.;
4. *Бойченко Н. А.* Сюжетно-ролевые игры дошкольников. - Киев: Радянская школа, 2008. - 654с;
5. *Монтессори М.* Помоги мне это сделать самому / Составители М. В. Богуславский, Г. Б. Корнетов – ИД «Карапуз». М. 2000 – 227 с.

Кусакин В. В., магистрант,e-mail: kusakinv@rambler.ru;
Ившин К. С., к.т.н., профессор

ФГБОУ ВПО «Удмуртский Государственный Университет»

Дизайн как целоструктурирование форм материальной культуры

Аннотация: Статья посвящена философскому осмыслению роли дизайна в историческом развитии материальной культуры и общественных отношений. Отражением актуальности являются, поднятые в статье, вопросы необходимости смены мировоззрения человечества и перехода на новый этап развития, в связи с проблемами мировой экологии и сырьевого кризиса. Статья, посредством анализа материальной культуры и составления возможных прогнозов дальнейшего движения общества, обращает внимание на положение человечества в структуре прогресса ноосферы и эволюции биосферы. Так же проводятся аналогии между природой, как основой и предтечей всего сущего и культурой, как искусственно созданной человеком материальной и духовной среды обитания. Теоретической основой статьи является анализ поэтапной трансформации материальной культуры человека, начиная с зарождения интеллекта в условия биосферы, по дни информационно-индустриальных общественных отношений ноосферы с абстрактным прогнозом видения перехода на новый этап сбалансированного сосуществования природного и культурного начал. Визуально, теоретическая основа заключена в структурированную схему - инфографику. Дизайн обозначается в статье, как основа мышления человека, способ целоструктурирования форм материальной культуры и универсальный интернациональный язык общения цивилизованного общества.

Ключевые слова: Дизайн, материальная культура, биосфера, ноосфера, культура, природа, прогресс, эволюция, экологический кризис, сырьевой кризис.

Объект: материальная культура.

Предмет: дизайн как способ целоструктурирования материальной культуры и универсальный язык ноосферы.

Цель: выявление предназначения дизайна в историческом развитии материальной культуры.

Природа в широком понимании – это совокупность всех предметов, явлений и процессов, существующих по своим собственным законам до и независимо от человека и человеческого общества; природа в этом смысле, с одной стороны, выступает как необходимое условие существования человека, а с другой, – как потенциальный объект его практической и познавательной деятельности и материал для формирования культуры. Природа и культура – это диалектические противоположности [1]. С одной стороны, культура противостоит природе, поскольку это искусственная, а не естественная среда обитания человека. С другой стороны, культура находится в единстве с природой, поскольку в основе ее лежит природный элемент. К этому следует добавить, что природа выступает предпосылкой и условием существования культуры. Природная среда оказывает влияние на характер занятий, способы деятельности человека, общественное разделение труда, темпы развития материальной культуры, характер бытовой культуры, своеобразие искусства [2].

Культура это итог и цель созидательной деятельности человека – искусственная природа – ноосфера. Человек, как творец, с каждым новым изобретением, идеей улучшения процесса и другими плодами мыслительной активности, преумножает и усложняет культурное наследие. Провести аналогию между биосферой, и ноосферой, можно, сравнив такие понятия как эволюция – естественный процесс развития всего живого и прогресс – совершенствование материальной культуры. То есть прогресс является искусственным аналогом эволюции.

Одним из основных отличий человека от других видов животных на земле является способность преображать окружающую среду в соответствии со своими потребностями. Определённо, зарождение именно этой способности явилось переломным моментом в эволюции вида в сторону совершенствования интеллекта. Сделать жизнь удобнее и функциональнее, защитить себя и своих близких, прокормится – множество задач, поставленных природным естеством, решалось человеком способами, не виданными ранее: разведение огня для согрева, использование шкур животных, как спасение от агрессивной среды, изготовление орудий труда и охотничьего оружия – это только первые шаги на пути к цивилизованному обществу. Постепенно осознание человеком своего могущества и превосходства над всем сущим подталкивало придумывать всё новые и новые способы использования природных ресурсов, дабы расширить среду обитания и приумножить популяцию вида.

Со временем влияние природного фактора на культуру снижается, человек – «самое совершенное существо на земле» и всё созданное им ложится в основу менталитета цивилизованного мира. Правосознание, религия, мораль, наука, искусство и другие формы общественного сознания – теперь в большей мере влияют на дальнейшее развитие человечества.

Во все времена человек создавал вещи для удовлетворения имеющихся и вновь возникающих потребностей. Их создание на протяжении всей истории человечества играло особую роль. Не важно, как это осуществлялось на практике – будь то промысел, ремесло или промышленное производство, суть не меняется – упростить какой-либо жизненный процесс, заменить староеновым более совершенным и высвободить время для дальнейшего формирования новых потребностей и их удовлетворения. Сегодня эта деятельность обрела форму, название и своих адептов – проектирование, дизайн и дизайнеров.

Изначально человек подстраивается под природные условия, что влияет на формирование социальных отношений и зарождение ноосферы. Затем общество прогрессирует, ноосфера усложняется и начинает оказывать большее влияние на культуру, чем природа. Дизайн является одним из современных проявлений культуры – это ещё один способ человека познать себя и преобразовать мир вокруг, тем самым усовершенствовав ноосферу.

Как известно история циклична - будь то история земли, государства или одной семьи. Если представить историю прогресса, как зацикленную структуру и посмотреть на неё через призму развития материальной культуры, то прослеживается цикл – цепочка, виток (рис. 1), разбитый на три основных этапы. 1 этап – Инструментальная культура – человек учится справляться с условиями существования в природе, естественная окружающая среда является площадкой для изучения и осознания себя. Интеллект развивается за счёт острой необходимости преобладать над силами природы посредством инструментов (оружия, одежды, бытовых предметов и т. д.). Человек является частью биосферы.

2 этап – Ремесленно-аграрная культура (зарождение цивилизаций) – человек переживает времена, когда материальная культура выражена ремесленным делом в угоду потребностей аграрного и военного комплексов, а так же потребностью в бытовых предметах. Человек активно пользуется природными ресурсамибез ограничений – посредством биосферы совершенствуется ноосфера. 3 этап – Индустриальная культура – промышленная революция, массовое производство продуктов, капиталистические отношения, наука является основой прогресса, дизайн определяется, как способ преобразования окружающей среды. Дизайн, зародившись в сфере промышленного производства, постепенно распространяется так же в сферы производства нематериальных благ и ложится в основу мышления современного общества. Природные ресурсы иссякают и нуждаются в защите, происходит всестороннее расширение ноосферы, несмотря на явное нанесение ущерба биосфере.

Если предположить, что этап индустриальной культуры, на котором сейчас находится человечество, является завершением цикла, и должен начаться следующий исторический виток, то его первый этап, следуя схеме, расположится над этапом инструментальной материальной культуры, времён, когда природные факторы, в первую очередь, влияли на человека. Следовательно, должна возникнуть связь ноосферы индустриального общества и биосферы. Актуальность такой связи очевидна.

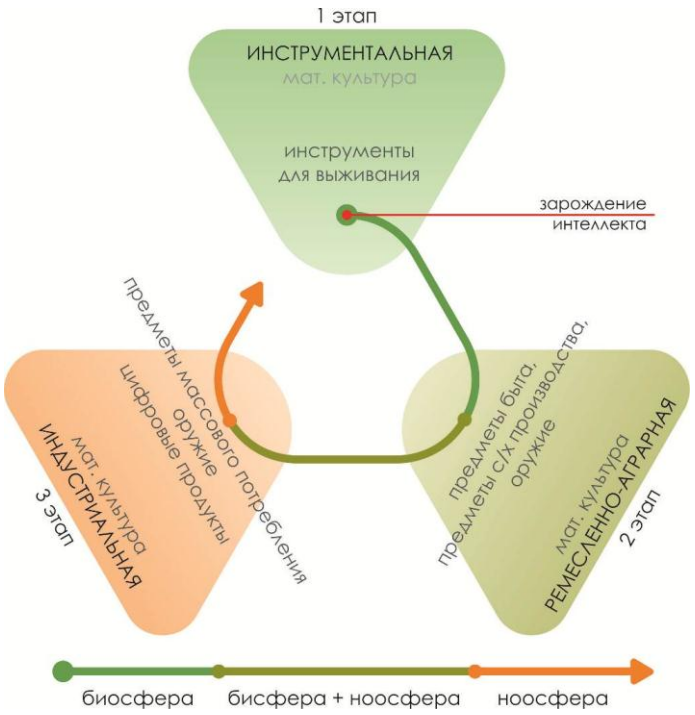


Рис. 1. Схема историческое развитие материальной культуры

Безвозмездное пользование человеком природными ресурсами, на протяжении многих веков, оставило неизгладимый след на состоянии планеты. Сегодня неопровержимым фактом является плачевное состояние экологии. Борьба за неё ведётся, но перевеса в сторону борцов пока не намечается, так как сила, которой приходится противостоять, значительно превосходит. Смена вектора мышления человечества в сторону вышеописанной связи станет возможностью выхода из экологического кризиса и поспособствует предотвращению сырьевого кризиса. Очередным этапом прогресса станет новое мировоззрение, в основу которого должны лечь природное начало человечества и высокотехнологичное развитие ноосферы.

Дизайн является универсальным языком для всех и каждого, а точка линия плоскость и объём – это буквы алфавита. Человек, независимо кто он и где он находится, взяв тот или иной предмет – продукт современного производства, в руки может узнать о его предназначении, функции и начать им пользоваться. Всё это благодаря, проведённой над этим предметом работой дизайнера, который, в свою очередь, осуществил ряд действий в рамках проектной деятельности. Но отправной точкой нового продукта всегда является наука. Именно в процессе научной деятельности возникает что-то новое или усовершенствуется старое. Научные достижения только тогда оправдывают себя, когда начинают приносить пользу человеку, но язык науки зачастую очень сложен для широкого круга людей и, прежде чем новому достижению войти в обиход, ему требуется обработка, осуществлять которую предназначение дизайна.

Итак, следуя вышесказанному, новая эволюционная ступень – это сбалансированное сосуществование биосферы и ноосферы. Дизайн, как универсальный язык, в полной мере может стать инструментом воспитания новых поколе-

ний, а проблемы с экологией и нехваткой сырья мотивом и призывом к действию.

Список литературы

1. *Лебедев С.А.* Философия науки: Словарь основных терминов. – М.: Академический Проект. 2004. С. 82.
2. *Симкина Н.Н.* Электронный учебник по курсу "Культурологии": URL: http://ya-simkina.narod.ru/R5-1.htm (дата обращения: 05.02.2016).

Лифанова К.О., бакалавр, e-mail: ksole18@yandex.ru;
Казачкова О.А., к.ф.н., доцент, e-mail: oakazachkova@mail.ru

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет» (МГУПИ)

Кодирование и декодирование визуальных образов

Аннотация. Данная статья включает описание особенностей создания изображений визуальной коммуникации, на примере символов. При этом показано, что разработку системы кодирования при их создании целесообразно проводить с учетом процессов распознавания визуальных образов, их декодирования.

Ключевые слова: визуальный образ, символ, пиктограмма, кодирование, декодирование, распознавание образов

Вопрос расшифровки визуальных образов стоял еще с древних времен. Как только люди научились наносить изображения с помощью подручных средств, у них возникло желание сделать эти образы понятными для всех, кто их видит, то есть передавать мысли с помощью рисунка. Таким образом, задача разработки кода, открывающего возможности распознавания символов, возникала одновременно с появлением самих символов. Для передачи больших объемов информации приходилось прибегать к упрощению изображений, использованию схематических образов. При этом в каждой культуре появляются общезначимые символы: геометрические фигуры (круг, квадрат, треугольник, спираль и т.д.), стрелки, пиктограммы, иероглифы, цифры, буквы.

Рассмотрим основные этапы процесса создания художником или дизайнером визуального образа. В начале проектирования объекта определяется геометрическая форма будущего знака, опирающаяся на ранний этап коммуникации — пиктографическое письмо. Создается «каркас» знака, отталкиваясь не от знаний и опыта конкретного индивида, а от простых ассоциаций, которые должна вызывать вложенная в объект смысловая нагрузка. Затем создаются элементы, образующие суть самого знака. И в последнюю очередь происходит наложение специальных средств гармонизации, которые определяют оригинальность этого объекта. Таким образом, простая пиктограмма превращается в профессионально разработанный дизайнерами символ, не имеющий аналогов.

Но связи с тем, что в силу исторических причин, различий в менталитете и жизненном опыте восприятие визуальных образов у всех людей разное, существует проблема создания универсальной системы кодирования для каждого конкретного случая, доступной для расшифровки каждому индивиду.

Можно предположить, что у человечества в целом и у каждого человека в отдельности существует некая система хранения информации — *долговременная память*, выступающая как некий код восприятия зрительных образов. Анализ знаков идеографических писем разных народов позволяет установить, что большое количество символов, которые находятся в употреблении всеми народами, имеют сходные значения. На основании этого факта можно сделать вывод, что «для выражения одной и той же идеи создаются аналогичные образы во все времена и у всех народов» [1,С.567]. Таким же ассоциативным рядом, возникающим из глубин подсознания и долговременной памяти, руководствуется и современный человек при восприятии визуальных образов [2].

Можно выделить несколько градаций визуальных образов — по предназначению для восприятия их людьми.

Есть знаки и символы, восприятие которых должно быть доступно для всех. К ним относятся дорожные знаки, логотипы фирм, знаки валют и т. п.

Большинство символов не нуждается в интерпретации, но много примеров, когда они понятны только пределах определённых областей знаний и географических территорий. Например, в Нидерландах изображение несущегося кролика символизирует скорость, а символом королевства является цветок. Вспоминается пример из детской книги «Приключения медвежонка Паддингтона» Майкла Бонда [3], когда медвежонок не смог понять значение знака «Дорожные работы». Он увидел в нём человека, пытающегося открыть зонтик. Автор хотел показать, что менталитет медвежонка, выросшего в лесах Перу, не соответствовал городскому человеку, для которого этот знак был известен с детства.

Но также известны создания закодированных визуальных образов, предназначенных для расшифровки только узкому кругу людей — «посвященным».

Например, знаки древней христианской символики. В раннехристианском искусстве изображение Христа было недопустимо по причине гонений на христиан, поэтому возникли различные символические коды, которые были понятны только последователям. Одним из них было изображение акронима ΙΧΘΥΣ (начальных букв греческих слов «Иисус Христос Божий Сын Спаситель») — Ихтис, что означает «рыба». Аллегорический образ рыбы и другие изображения, понятные только христианину, можно увидеть в римских катакомбах II века.

Сюда же можно отнести знаки, символы, эмблемы тайных обществ и орденов. Стоит отметить, что часть из них была впоследствии заимствована в качестве общеизвестных символов с потерей первоначального смысла. Например, советские символы «серп и молот», «пятиконечная звезда».

Интересно, что в истории остались примеры неправильного понимания смысла информации, намеренно закодированных в виде визуальных образов. Например, случай с персидским царём Дарием I, получившим пиктографическое послание от скифов накануне сражения. Дарий высокомерно расшифровал послание, как желание скифов сдаться, а на самом деле в письме подразумевались угроза и предложение персам покинуть поле боя[4].

Таким образом, мы сталкиваемся с проблемой *распознавания паттернов* — способностью абстрагировать и объединять некоторые элементы зрительной информации в организованную структуру с целью хранения ее в памяти и дальнейшего воспроизведения [1]. Например, чтобы считывать информацию, необходимо помнить набор значимых паттернов, состоящих из сочетаний линий и кривых, бессмысленных в других случаях, например, букв алфавита, цифр, пиктограмм.

Существует три модели распознавания зрительных паттернов:

1. Сравнение с эталоном. После сопоставления объекта с его эталоном может происходить дальнейшая обработка информации и интерпретация объекта.
2. Подетальный анализ. При поступлении информации происходит анализ его составных частей.
3. Прототипное сравнение. В памяти индивида хранятся не конкретные эталоны и не детальные признаки, а абстракция, идеальное представление, которое может служить в качестве прототипа.

Исследователи рекламы пришли к выводу, что механизм восприятия взаимосвязей элементов внутри визуального объекта универсален и происходит автоматически у всех людей. «Он является объективным результатом эволюции человечества». [5, С. 29] Это учитывается дизайнерами для создания легко читаемых визуальных образов в рекламе, в разработке логотипов, торговых марок и т.д. Таким образом, принцип распознавания паттернов ложится в основу проектирования неязыковых визуальных знаков и знаковых систем.

В связи с тем, что в основе каждого акта визуальной коммуникации лежит определенный код, этот код можно определить как основополагающее правило при формировании ряда конкретных сообщений, которые именно благодаря этому и могут быть сообщены и поняты адресатом. Иначе говоря, код — это набор общих требований и единых закономерностей, которым необходимо следовать при создании любого символа. Например, геральдический язык *блазон* служил в Средневековье для записи и расшифровки изображений на гербах и флагах. Построение герба наглядно демонстрирует, как набор элементов из общеизвестных, стандартных изображений, расположенных в определенных положениях, вписанных в определённую геометрическую форму, представляет собой уникальный объект, по которому можно «прочитать» историю рода, города, страны.

Таким образом, создание визуальных образов через кодирование информации (создание смысловых кодов) происходит с учетом потребности в универсальности их распознавания и взаимосвязано с описанным нами процессом декодирования визуальных образов, являясь обратной ему операцией.

Для современных исследователей в области психологии рекламы, дизайнеров актуально создание универсальной системы кодирования изображений визуальной коммуникации на основе общности смысловых кодов разработчика и потребителя.

Список литературы

1. *Солсо Р.Л.* Когнитивная психология. М., Тривола, 1996.
2. *Пименов П.А.* Семиология — дизайн. Теория и практика. — М.: Изд-во МГУП, 2000.
3. *Бонд М.* Приключение медвежонка Паддингтона. Спб. Азбука. 2015.
4. *Фоли Д.* Энциклопедия знаков и символов. М., Вече-АСТ, 1997.
5. *Флоренский П.А*. Symbolarium (словарь символов). // Соч. в 4-х т. М., Мысль, 1996, Т.2.
6. *Бердичевский Е.Г.* Визуальная метафора в прикладном дизайне / Е.Г. Бердичевский // Сборники конференций НИЦ Социосфера. — 2012. — No 9. — С. 154–160.
7. *Мокшанцев Р.И.* Психология рекламы. М., ИНФРА-М. 2001.

Лобанов С.В., магистрант;
Соколова М.Л., д.т.н., профессор, e-mail: dssml@rambler.ru

ФГБОУ ВО «Московский технологический университет»

Возможности взаимодействия традиционных ювелирных украшений и современной носимой электроники

Аннотация: проанализированы возможности создания дизайн - объектов как результата взаимодействия традиционных ювелирных украшений и современных приборов носимой персональной электроники.

Ключевые слова: дизайн, традиционные ювелирные украшения, носимая электроника.

Традиционные ювелирные украшения, как и приборы персональной электроники, сопровождают современного человека постоянно. Уточним, что скрывается за используемыми понятиями. Ювелирные украшения – это та часть ювелирных изделий, которые служат непосредственно для украшения тела человека или его одежды [1]. Носимая электроника – электронные приборы, которые человек носит на себе или которые монтируются к одежде. В этих определениях заложено общее начало, характерное для описываемых объектов. Более того, ювелирные украшения и носимая электроника обладают рядом идентичных функций, например, таких как статусная, игровая, коммуникативная и др. Не смотря на то, что эти функции в описываемых нами объектах реализуются посредством существенно различных конструктивных элементов [2], они функциональное сходство может быть использовано при создании дизайн –

объектов на основе взаимодействия традиционных форм и современного содержания.

Следует подчеркнуть, что, изначально традиционные ювелирные украшения и носимая электроника создаются специалистами принципиально отличающихся квалификаций – мастерами ювелирами и инженерами электронной техники. Отсутствие пересечения компетенций этих специалистов может служить оправданием практически полного отсутствия взаимодействия объектов их творчества. Справиться с этой проблемой могли бы попробовать дизайнеры, основным постулатом творчества которых является создание дизайн - объектов, в которых оптимизируется взаимодействие между функциональной и эстетической составляющей. Однако, в истории дизайна уже был пример, когда и дизайнеры не смогли справиться с подобной проблемой [3]. Речь идет о 80-х годах 20-го века, когда дизайнеры были призваны для работы с домашней электротехникой и электроникой. Но вековая привычка следовать заповеди связи формы и функции не позволила найти успешное решение. Дизайнеры не смогли увидеть эту взаимосвязь и пошли по пути работы над сложными инженерными системами как специалисты по примитивной упаковке. И для большинства бытовых электронных и электрических систем (системный блок, монитор, телевизор, радио и т.д.) мы до сих пор имеем практически не затронутый дизайнерами внешний вид, сформировавшийся на уровне подачи «инженер-инженеру», а не предпочтительный с позиций дизайна «инженер-пользователю». Дизайнеры решаются в этих приборах затрагивать только внешнюю панель управления и менять цветовое (реже фактурное) решение корпуса. До настоящего времени на дизайнеров давит представление, что изменяя что-то кардинально в дизайне сложного прибора можно его сломать – подавить основную функцию. В свое время такой подход историки техники назвали «смерть дизайна». И действительно, проникновение большого количества электроники в быт привело к оттоку многих дизайнеров в области, где связь между формой и функцией была более очевидной. Это благоприятно сказалось на таких областях, как дизайн интерьера, ландшафтный дизайн, дизайн одежды и обуви, но в дизайне приборов наметилось существенное отставание, которое до сих пор не ликвидировано.

Развитие электроники дает дизайнерам второй шанс разработать интересную, функционально и эстетически, оболочку приборов, на этот раз на уровне не бытовой, а уже персональной носимой электроники. Рассмотрим возможности, которые предоставляет электронным приборам ювелирное дело. К настоящему времени наметились два пути взаимодействия дизайна ювелирных украшений и дизайна носимой электроники: первый, который можно назвать псевдо путем, это изготовление декоративных элементов: накладок, подвесок и т.д. для электронных приборов. Когда мастер готовит из ювелирных материалов (сплавов, камней, имитаций и т.д.) отдельные изделия, предусматривая возможность закрепления этих объектов на уже существующих корпусах приборов. И главным (как и в прошлом) в этом случае становится необходимость не нарушать инженерную оболочку. Отсутствие вторжения в инженерную сферу, что собственно противоречит принципам дизайна. Второй путь – непосредственная ра-

бота над дизайном объекта. Следует подчеркнуть, что речь должна идти не о легком стайлинге: немного закруглить или выпрямить линии корпуса и поменять цвет с черного на белый, и даже не о размерном факторе, который важен с позиций эргономики, но не является единственным в дизайне. Речь должна идти о работе с самим объектом. Но примеров такой работы до настоящего времени очень мало.

До настоящего времени дизайнеры ведут себя здесь очень деликатно и осторожно, но есть уже некоторые сдвиги, главным образом в сознании дизайн-проектировщиков, в повышении их компетенций в области понимания технологических закономерностей и знания основ материаловедения. Вместе с тем синтез традиционных ювелирных изделий и носимой персональной электроники может дать интересный дизайнерский результат.

Примером подобных разработок могут служить накопители информации (флеш-карты). Это практически единственный объект, с которым ювелиры позволяют себе более-менее свободно обращаться, превращая его в заколки для галстука, браслеты, броши и т.д. Это, вероятно, связано с небольшим размером объекта, прямоугольную форму которого можно не изменять, а завуалировать и, таким образом, получить новый дизайн – объект. Другая причина вероятно та, что флеш-карты - это относительно недорогой объект и можно позволить его испортить в процессе экспериментов. В то время как большинство современных мощных электронных персональных приборов обладают высокой ценностью как с позиций стоимости (часто они дороже ювелирных объектов), так и с позиций невосстановимости хранимой в них информации.

При создании дизайн – объектов путем реализации взаимодействия украшений и электроники интересным представляется вопрос способа и места закрепления. Вековая история ювелирных украшений сформировала основные места ношения таких предметов, и этим сегодня к некоторой степени пользуются создатели носимой электроники. Основные точки контакта человека и ювелирного изделия – голова, шея, руки, реже грудь, талия и ноги. Эти же участки человеческого тела как места ношения приборов, интересуют и создателей персональной электроники.

Каким образом осуществляется контакт изделия и человека. Изделия обоих типов могут располагаться на одежде, на теле, а также имплантироваться в тело носителя. Над последним вопросом в настоящее время все более активно работают как специалисты по электронике, так и ювелиры. Можно выделить следующие возможности ношения изделий: на теле, в теле, на одежде. Постепенно ношение ювелирных изделий и электроники распространяется на менее традиционные участки тела: область глаз (в том числе глазные яблоки), зубы и другие участки тела. При этом способы крепления могут быть механическими (наиболее распространенный), биологический (вживление, подобное чипизации, но при сохранении видимости объекта) и химический (с использованием клея).

Таким образом, предложены пути развития взаимодействия традиционных ювелирных украшений и современных приборов носимой персональной

электроники для создания дизайн – объектов, за счет ряда общих для них специальных функций, таких как статусная, игровая, коммуникативная и другие.

Список литературы

1. *Жигунова А.И., Соколова М.Л.* Разработка кольца с функцией предмета самообороны // Сборник трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению «Технология художественной обработки материалов» 12–15 октября 2015 года: Сб. науч. тр./ Кострома: КГТУ, 2016. – С. 89-92.
2. *Соколова М.Л., Зябнева О.А., Лобанов С. В.* Выбор конструкции замкового механизма в дизайне серег // Дизайн. Материалы. Технологии. – 2015. - №3(38). - С.28-32.
3. *Куманин В.И.* Эволюция дизайна в России в последнее столетие // Труды Академии технической эстетики и дизайна – 2013 – №1. – С. 29-30.

Наумова Ю.С., аспирант, e-mail: u-naumova00@mail.ru;
Кривошеина Н.В., д.иск, профессор

ФГБОУ ВО ВятГУ

Эстетика и функциональность технологии лазерного кромления фасадов современного кухонного гарнитура

Аннотация: При проектировании современного кухонного гарнитура внимание уделяется не только дизайну изделия в целом, эргономике, но также его составляющим, в частности фасадам. Целью исследования является сравнение технологии клеевого и лазерного кромления фасадов из пластика высокого давления в современном кухонном гарнитуре. В результате сравнения выявлены эстетические и функциональные преимущества технологии лазерного кромления, определены ее предполагаемые перспективы развития в мебельной промышленности.

Ключевые слова: кухня, фасад, лазерное кромление, технология, функциональность, эстетичность

Современная кухня занимает позицию центра дома или квартиры, что обусловлено, по большей части, экономическими факторами нашей эпохи. Помимо места приготовления пищи, кухня несет социальную функцию места общения, уединения, досуга, проявления творческих замыслов, элемента престижа и выгодного вложения капитала.

При проектировании современного кухонного гарнитура большое внимание уделяется не только дизайну изделия в целом, его эргономике, но также и его составляющим. Одной из основных частей кухонного гарнитура являются фасады – внешние вертикальные панели, которые определяют дизайн мебели и подвержены большей эксплуатации, чем другие элементы изделия. Брызги воды, готовящейся пищи, отпечатки пальцев, царапины – все это остается на фа-

садах в результате повседневной деятельности, поэтому особенно важно грамотно выбрать не только цвет, фактуру данных панелей, но и материал.

Одним из самых популярных материалов для фасадов сегодня является бумажно-слоистый пластик высокого давления или ламинат. «Laminate» в переводе с английского языка и означает «слоистый», поэтому материал был назван слоисто-бумажным пластиком. Создателем и изобретателем пластика-ламината является американский ученый Лео Хендрик Бакеланд (1863 – 1944). Именно он в 1912 году предложил осуществлять под прессом пропитку фенолформальдегидными смолами предварительно нагретой бумаги. В результате он получил чрезвычайно прочный, твердый и устойчивый материал. Уже в следующем году новый материал стал использоваться в производстве кузовных запчастей для автомобилей [1].

Спустя несколько лет этот материал стал использоваться в декоративной отделке, как внутренней, так и фасадной. Но только после Второй мировой войны декоративные возможности пластика стали востребованными по-настоящему. В июле 1935 года в Германии была запатентована усовершенствованная технология производства данного материала, которая предполагала использование бесцветных мочевиноформальдегидных смол в качестве пропитывающего целлюлозу вещества. Благодаря этому нововведению слоистый пластик начали изготавливать с полихромной по цвету внешней поверхностью. Сфера применения ламината чрезвычайно расширилась: он стал применяться в отделке и ремонте жилых и нежилых помещений, вагонов, судов, лифтов и других объектов, вытесняя традиционные натуральные и дорогостоящие материалы. На кухне пластик появился в пятидесятые годы XX века и сохранил свою актуальность до сих пор благодаря высоким технико-эксплуатационным характеристикам и доступной цене, разнообразной палитре оттенков, фактур и узоров [1].

Внешнее покрытие фасадов, основой которых обычно является древесно-стружечная плита (ДСП), осуществляется пластиком. С появлением фасадов, выполненных из ДСП и покрытых пластиком, появилась проблема облицовывания кромок – торца изделия. Сначала для этой цели использовали кромки из массива, затем, – натуральный шпон, а позже, с целью экономии – полосовые, а потом и рулонные материалы на основе одно- и многослойных текстурных бумаг, пропитанных синтетическими смолами. Однако эти материалы оказались при эксплуатации не очень надежными, так как облицованные ими мебельные кромки имели довольно низкие физико-механические показатели и легко скалывались под воздействием ударных нагрузок. В результате на рынке появились более прочные мебельные кромки, изготовленные на основе пластмасс, – в основном поливинилхлорида и акрилбутадиенстирола, реже – полипропилена [2].

Нанесение кромки изначально делалось при помощи обычных клеев, использовавшихся в столярном деле, и различных прижимных устройств типа струбцин и вайм, что требовало значительных трудозатрат. Самое простое устройство для наклеивания кромочного материала с клеем-расплавом – утюг, однако в середине прошлого века производство мебели стало массовым и опе-

рации фанерования кромок стали тормозить производство. Для ускорения производственного цикла начали использовать синтетические клеи, отверждавшиеся при высокой температуре, однако производительность оставалась низкой, требования экологии не выполнялись. Возникла необходимость в создании специального оборудования [3].

Для нанесения кромки сегодня используются кромкооблицовочные станки. Создателем первого двухстороннего кромкооблицовочного станка в 1953 году считается немецкая фирма IMA. Для наклеивания полосы шпона в нем использовался карбамидный клей с последующим подогревом. С появлением нового вида клея – клея-расплава, был создан первый односторонний станок фирмой Homag в 1962 году, затем подобные станки были созданы в Италии, а в 1973 году и в Советском Союзе. Аналогичные станки в XXI веке выпускаются во всем мире [3].

Традиционное клеевое кромление представляет собой соединение торца фасада из ламинированного ДСП с кромкой при помощи горячего полимерного клея. Клей подается в виде гранул, которые разогреваются до высокой температуры внутри станка. Полученная клейкая масса под давлением заполняет поры материалов, отвердевает при остывании, образуя очень прочное соединение, но все же имеет несколько недостатков. Основным эстетическим недостатком является различная толщина клеевого шва на всем протяжении, снижающая точность и качество последующей обработки кромок. К функциональным недостаткам относится усадка клеевого шва из-за неполной полимеризации клея, что снижает его прочность, и разбухание мебельной плиты из-за проникающих внутрь шва загрязнений и влаги [4].

Появление современных химических материалов дает возможность конструкторам оборудования повышать скорости обработки и улучшать качество продукции за счет совершенствования кромкооблицовочного оборудования. Настоящий прорыв в области отделки кромок мебельных деталей произошел благодаря применению лазеров. По предложению ученых Дрезденского университета подача тепла в тесную рабочую зону осуществлялась дистанционно за счет использования лазерного луча. Первый в мире станок с углекислотным лазером выпустила компания IMA в 2007 году. В 2009 году фирма Homag создала станок с лазерным устройством. Компании используют различные способы воздействия на материал. Одни применяют осцилляцию лазерного луча, что подразумевает наличие различных механических устройств. В других системах лазеры не используют движущихся элементов, а их лучевая энергия воздействует на всю ширину кромочного материала при помощи линз. В России одной из первых технологию лазерного кромления в 2015 году стала применять мебельная фабрика «Мария», закупив оборудование фирмы Homag [5].

Технология лазерного кромления заключается в использовании специальной полимерной кромки. Одним из наиболее известных производителей кромки в XXI веке является компания Rehau (Германия), ее продукт для данной технологии называется RAUKANTEX Laser Edge. Это двухслойный кромочный материал, состоящий из внешней (декоративной) и внутренней (функциональной) сторон. Внешняя сторона устойчива к высоким температурам,

внутренняя имеет свойство плавиться под воздействием лазерного луча. Внутри станка нагретая кромка под давлением прижимается к торцевой части фасада из ламинированного ДСП. Расплавленный полимер проникает в древесную структуру плиты, заполняет поры и при остывании превращается в монолит. Шов можно рассмотреть через увеличительное стекло, но на первый взгляд фасад кажется абсолютно цельным [4].

В результате сравнения выявлены эстетические и функциональные преимущества технологии лазерного кромления по сравнению с технологией традиционного клеевого кромления, которые демонстрирует рисунок. К эстетическим преимуществам относятся отсутствие клеевого шва между кромкой и ламинированной панелью ДСП; создание эффекта монолитной отделки благодаря подобранному в цвет кромочному материалу по всей поверхности; устойчивость к ультрафиолетовому излучению, в связи с чем под прямым лучами солнца фасад не выгорает со временем и не желтеет. Функциональные преимущества – это надежность и долговечность, т.е. бесклеевая технология обеспечивает надежное соединение кромочного материала с плитой и их длительный срок службы; отсутствие клеевого шва гарантирует высокую стойкость к загрязнениям и попаданию влаги в бытовых условиях. В экстремальных условиях эксплуатации, например, рядом с духовыми шкафами и варочными поверхностями, прочность крепления кромки остается неизменной [4].

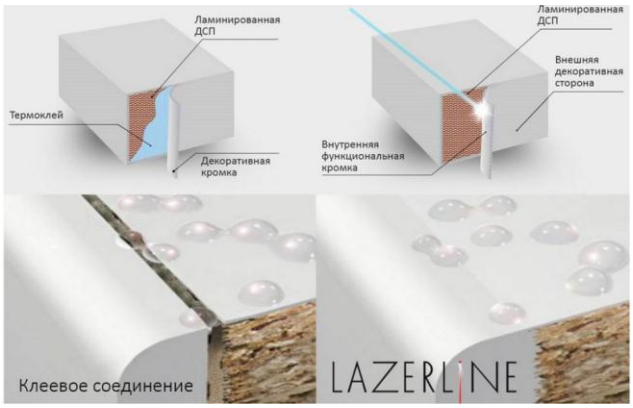


Рисунок. Традиционное клеевое и лазерное кромление
(http://www.marya.ru/lazerline/?page=catalog, дата обращения: 10.03.2016)

Рассмотренные технологические новшества показывают прогресс в развитии дизайна кухонной мебели и его видоизменения. Эволюция развития технических средств определяет качественный рост и удобство производимых продуктов и отчасти формирует потребности покупателя. Эта технология, несмотря на свою относительную новизну, оказалась настолько эстетичной и функциональной, что в сравнении с иными технологиями становится лидирующей, кроме того, она отличается выгодной универсальностью и поэтому может быть применена не только для кромления фасадов, но и при изготовлении корпусов мебели и столешниц для кухни. Все это открывает широкие возможности для производителя и определяет качественный уровень, на который ориентируется потребитель.

Список литературы

1. Декоративный пластик HPL: история и современность: URL: http://vrazdevalku.ru/articles/dekorativnyj-plastik-hpl-istorija-i-sovremennost.html (дата обращения: 09.03.2016).
2. *Журавлева Т.* Горизонты кромки [Текст] / Т. Журавлева // Фабрика мебели. – 2013. – N1. – С. 100 – 104.
3. *Мельников П.* О путях совершенствования кромкооблицовочных станков [Текст] / П. Мельников // Фабрика мебели. – 2015. – N1. – С. 50 – 54.
4. Технология лазерного кромления. Шаг к технике нулевого шва: URL: http://www.marya.ru/lazerline/?page=catalog (дата обращения: 10.03.2016).
5. *Гранников А.* Внимание к мелочам [Текст] / А. Гранников // Фабрика мебели. – 2015. – N4. – С. 60 – 63.

Санду О.М., к.т.н., доцент,
ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»
e-mail: solimy@rambler.ru

Концепция редизайна «Учебно-спортивного центра студентов ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Аннотация: в статье предложена концепция редизайна «Учебно-спортивного центра студентов ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». Решается не просто эстетическая задача оформления лагеря, а комплексное проектирование, направленное на продвижение территории значимого для ИжГТУ имиджевого объекта.

Ключевые слова: редизайн, учебно-спортивный центр, ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, имидж

Сегодня активно формируется имидж ИжГТУ имени М.Т. Калашникова как опорного вуза Удмуртской Республики. Благоприятный образ любой организации складывает не только благодаря созданию инновационных прорывных проектов, но и в процессе продвижения уже сложившихся территорий, обладающих устоявшимися традициями, хранящих память о достижениях. Продвижение таких объектов зачастую связано с необходимостью придать современное значение уже сложившимся ценностям.

Таким имиджевым объектом для ИжГТУ имени М.Т. Калашникова является учебно-спортивный центр. УСЦС был основан 15 мая 1966 года с целью создания условий для реализации всех видов и форм работы со студентами. Стало традицией, что студенты в гармоничной неформальной обстановке вовлекаются в научную, спортивную и творческую жизнь университета.

В 2016 году УСЦС исполняется 50 лет. За это время сменилось несколько поколений студентов и сотрудников университета, в чьих воспоминаниях дни, проведённые в спортлагере, сохранились до сих пор. «Спортлагерь в Галёво рос и развивался, благодаря инициативе многих неравнодушных людей», - вспоми-

нает М.С. Коган, – «Это были молодые люди, родившиеся до начала Великой отечественной войны, выросшие во время этой войны, испытав все её лишения и невзгоды, и воспитанные в том патриотическом духе, который был характерен для того времени. Это были и более молодые энтузиасты спортлагеря, родившиеся в послевоенный период, которые до сих пор его не забывают» [1].

Всякому человеку, каким бы видом деятельности он ни занимался, нужен отдых. Преподавателям, ведущим сложный педагогический процесс, и студентам. Этот отдых может быть очень разнообразным: от простого созерцания природы до активного творческого отдыха и спортивных игр, как хорошего способа смены деятельности и получения положительных эмоций.

Студенческий центр находится в живописном месте, на правом берегу Камского водохранилища возле села Галёво, в 15 км от города Воткинска. Местность представляет собой обширное плато на высоком берегу, окруженное сосняком и ельником, где размещены спортивные площадки, палаточный городок и жилищно-бытовые сооружения. Композиция лагеря завершается пологим спуском к водохранилищу и лагуной, врезающейся в берег на 200-250 метров. Территория УСЦС состоит из трех зон – верхний лагерь, нижний лагерь и пляж – которые как ступени постепенно спускаются к водохранилищу. Общая площадь территории составляет 4 га, протяженность - 400 метров. Своим расположением и уникальной природой центр всегда привлекал студентов, преподавателей, детей и просто заинтересованных людей.

Обладая великолепной природой и необычным рельефом, имея богатую истории, традиции и сложившийся имидж, лагерь выглядит довольно не благоустроенным. Первым делом бросается в глаза отсутствие единой концепции организации и благоустройства пространства лагеря. Отсутствие единого стиля в оформлении мешает определению его принадлежности ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. Вследствие многократного переустройства лагеря отсутствует удобное зонирование. Объекты располагаются в случайном порядке. Это усложняет ориентирование на территории лагеря. Устаревшая инфраструктура усиливает ощущение необустроенности.

Чтобы дать новую жизнь УСЦС ИжГТУ им. М.Т.Калашникова, сделать его современным, отвечающим требованиям времени необходимо решить основные задачи: сформировать имидж лагеря с учетом современных ценностей, решить проблему благоустройства территории.

Для выполнения этих задач был проведен комплексный анализ проектной ситуации УСЦС: анализ потребителей, определение мероприятий, проводимых на территории центра, и его главных атрибутов.

Потребителями лагеря в настоящее время являются студенты, студенческие отряды ИжГТУ, семьи преподавателей и сотрудников, спортивные клубы. В качестве предложений для расширения круга потребителей можно выделить дополнительное привлечение отдыхающих, туристов, сотрудников дружественных предприятий.

Анализ деятельности УСЦС позволяет выделить традиционные мероприятия: «Галёвка», КВН, «Живой звук», «Барды ГалеWooda», конкурс красоты, проведение научных выставок-сессий, «Иннова», спортивные соревнования

(плавание, футбол, кросс, волейбол, настольный теннис, спортивное ориентирование, полоса препятствий, водный слалом, шашки, шахматы, баскетбол, лёгкая атлетика, гимнастика, гребля, скалолазание, пейнтбол, кросс-кантри и другие).

Богатая история местности, ставшая свидетельницей ряда исторических событий, может стать местом проведения ознакомительных экскурсий. УСЦС может быть площадкой для проведения научных семинаров и конференций.

Проведенный анализ позволяет сформировать имидж учебно-спортивного центра студентов как важной составляющей их жизни с выраженным позиционированием его в качестве исторического, культурно-спортивного и научно-образовательного места. В данной работе предложена реализация этой цели средствами дизайна: разработан концептуальный проект УСЦС.

Гармоничный дизайн при создании имиджа предполагает применение средового подхода, который будет соответствовать задачам лагеря и региональным особенностям территории [2]. Воспитание в студентах активной позиции в обществе, формирование общей культуры поведения, приобщение к национальным ценностям и организация содержательного досуга должны происходить в условиях, располагающих к раскрытию и развитию потенциала. Простота, понятность и ухоженность окружающей среды играет ключевую роль в этом процессе. Созерцание внешней ситуации влияет на внутреннее состояние человека. Руководствуясь этим, при выборе стиля лагеря учитывалась концепция приближения к природе путем повторения природных форм и их лаконичности.

Создание проекта в этом случае решает проблему создания фирменного стиля, функционального зонирования, благоустройства лагеря с выбором композиционных центров и разработкой имиджевых деталей.

Участок расположен в непосредственной близости к воде и лесу, что стало опорной точкой для создания экологичного художественно-образного решения. Выбранный образ «Росток» развивает концепцию роста ИжГТУ, повторяется в объектах живой природы, в планировке УСЦС (рис.1).

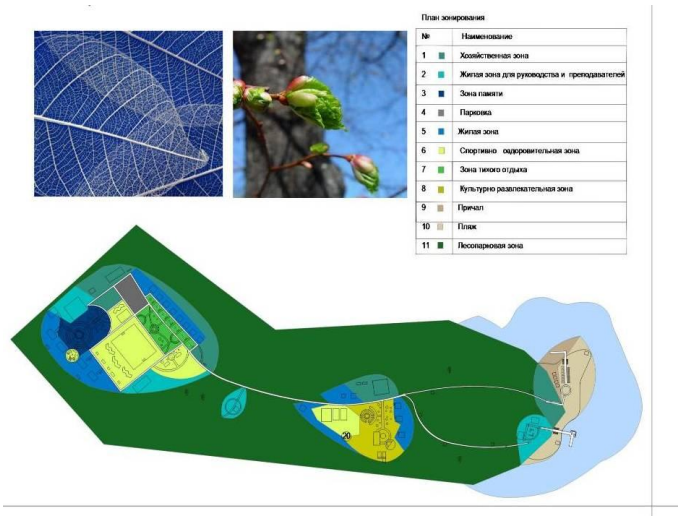


Рис. 1. Планировочное решение территории лагеря

При выборе зонирования сохраняется разделение территории на три части: верхний лагерь, нижний лагерь и пляж (рис.2).

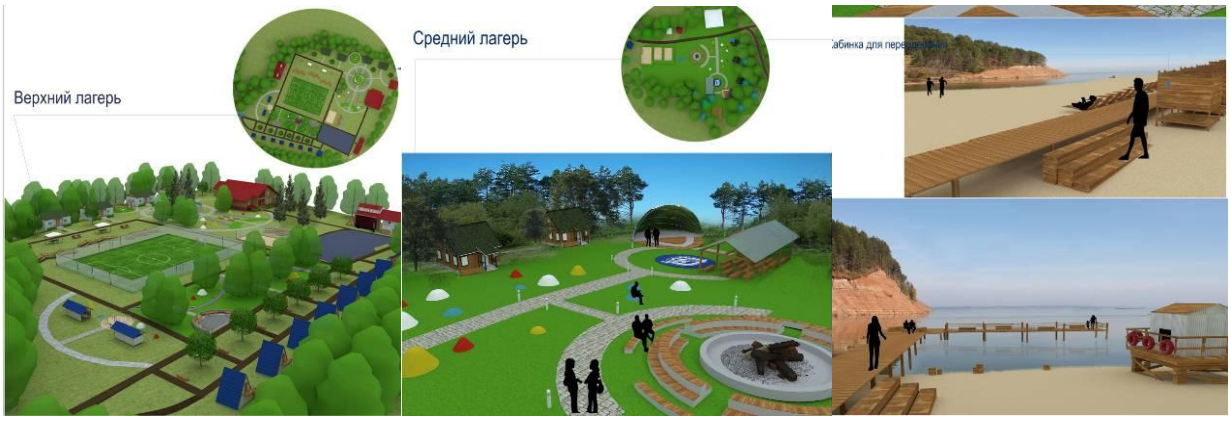


Рис. 2. Дизайн-проект УСЦС ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, разработка студентов факультета «Реклама и дизайн» А. Девятовой, Д. Кузнецовой, М. Романовой, руководитель О.М. Санду

На территории верхнего лагеря расположены зоны: спортивная, жилая, отдыха. Для поддержания основной концепции проекта и определения принадлежности лагеря ИжГТУ выделена имиджевая зона. Она станет ключевым местом, которое объединит смысловые части лагеря в одну концепцию и станет композиционным центром территории.

Главным атрибутом имиджевой зоны станет место памяти, расположенное на месте холма, который во время Отечественной войны 1941-1945 гг. использовался как оборонительное сооружение (рис. 3). Это место будет выделено композиционно при помощи альпийской горки. Для фирменного стиля будет использован ассоциативный ряд: образ великого конструктора, М.Т. Калашникова, фирменная символика ИжГТУ, флаги. Место планируется оборудовать памятным камнем с гравировкой, выставочными стендами с информацией об истории лагеря и его памятных событиях. Флагшток с тремя флагами – России, Удмуртии и флага ИжГТУ – создадут патриотическую атмосферу.



Рис. 3. Имиджевая зона УСЦС с местом памяти

Нижний лагерь включает зоны: инновационную, «костровище» и творческую. «Костровище» представляет собой специфическое место отдыха, где студенты традиционно располагаются вечерами вокруг костра. Именно эту часть студенты ассоциируют с лагерем. В инновационной зоне проводятся научные мероприятия. Здесь под навесом или под открытым небом можно продемонстрировать различные проекты.

Основу творческой зоны составляет сцена с мультимедийным оборудованием. Здесь регулярно проводятся развлекательные мероприятия, командные игры, ежегодный фестиваль бардовской песни. Эти мероприятия привлекают потенциальных потребителей, а для студентов создают атмосферу здорового образа жизни, личного развития, приобщения к всероссийским идеологическим ценностям.

В живописной лагуне расположен пляж, состоящий из зон: пирс и рекреация. Это место может стать конкурентным преимуществом, ведь у популярной базы отдыха «Камские дали», расположенной рядом с УСЦС, нет собственного выхода к воде.

Таким образом, в проекте средствами дизайна решается не просто эстетическая задача оформления лагеря, а комплексное продвижение этой территории как значимого для ИжГТУ имиджевого объекта. Воплощение этого проекта позволит создать гармоничную студенческую среду и рассмотреть возможности коммерциализации УСЦС.

Список литературы

1. *Коган М.С.* Предисловие к электронному сборнику воспоминаний, фотографий и видео сюжетов, посвященных спортивно-оздоровительному лагерю ИМИ–ИжГТУ.URL:https://drive.google.com/folderview?id=0B2fTk0YpFkQoQ09CRGhPM2dDRG8&usp=sharing&tid=0B2fTk0YpFkQobkppcF9JU1Z3RVU (дата обращения: 01.01.2016).
2. *Санду О.М.* Принципы и подходы регионального дизайна// Сборник трудов XVIII Всероссийской научно-практической конференции и смотра-конкурса творческих работ студентов, аспирантов и преподавателей по направлению «Технология художественной обработки материалов». Кострома, 2015. С. 411-415.
3. *Санду О.М., Мороз К.В.* Дизайн исторического наследия в пространстве современного города на примере памятника архитектуры конца XIX в. «Пивоваренный завод Ивана Бодалева» // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы архитектуры, строительства, энергоэффективности и экологии – 2016». Тюмень, 2016. С. 317- 322.

Сутягина П.Л., студент
Останина П.А., к.т.н., доцент, e-mail: PollyOst@ya.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Дизайн и технологические режимы печати изделий на 3d-принтере Mbot Grid II

Аннотация: в статье рассмотрены режимы 3d печати на принтере Mbot Grid II малогабаритных изделий с отверстиями, и предложен вариант их дизайна, позволяющий избежать появления дефектов при работе на данном оборудовании.

Ключевые слова: послойная 3d-печать экструдированным расплавом пластика, дефекты печати, дизайн, форма.

Актуальной тенденцией в дизайне широкого ряда изделий является использование полимерных материалов. Низкая стоимость, массовость производства и безграничные возможности формообразования изделий из полимеров обуславливают широкое распространение 3d-принтеров, позволяющих получать как модели для литейного производства, так и изделия, готовые для непосредственного использования. Наибольшее распространение имеют на сегодняшний день принтеры, работающие по технологии Fused deposition modeling (FDM), заключающейся в послойной заливке экструдируемым расплавом пластика [1]. К числу FDM-устройств относится принтер Mbot Grid II (рис. 1).

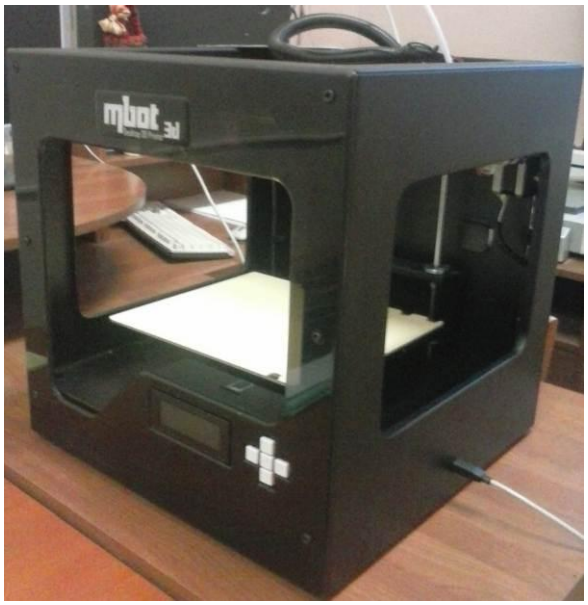
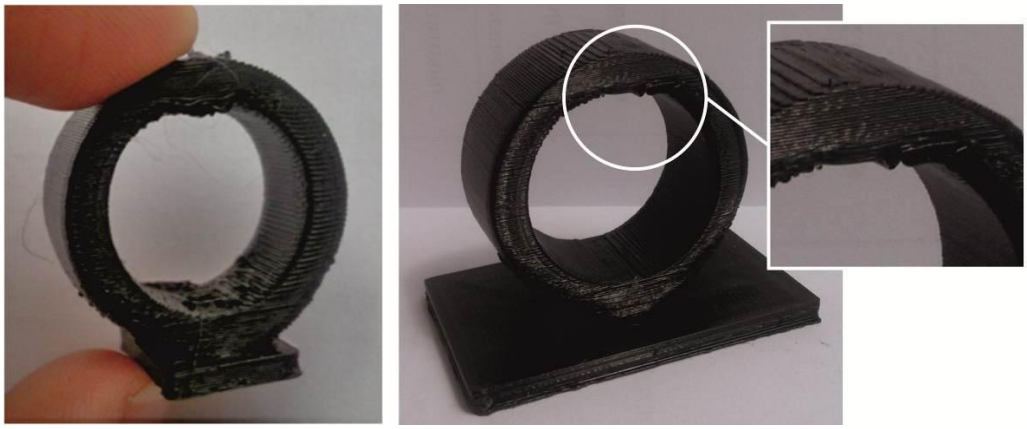


Рис. 1. 3d-принтер Mbot Grid II

Одним часто встречающихся дефектов при печати способом FDM является провисание слоев пластика [2], возникающее при печати в воздухе, в местах поднутрений и отверстий (арок) на объектах (рис. 2, а), Появление провисаний связано с тем, что пластик не успевает остывать и печатается без поддержек

там, где они необходимы. Контроль появления этого дефекта достигается за счет подбора режимов печати – температуры нагрева пластика, скорости печати на разных участках объекта, толщины слоя печати, которые индивидуальны для каждой модели принтера, поскольку конструктивные параметры и точность печати у разного оборудования существенно отличаются. Для 3d-принтера Mbot Grid II опытным путем установлены режимы печати (табл. 1), позволяющие снизить проявление данного дефекта (рис. 2, б). Полностью избежать его появления не удается даже на отверстиях малой величины (рис. 3, табл. 2).



а б

Рис. 2. Провисание слоев пластика в верхней части отверстия изделия ($d_{внутр.}$=14 мм): а – при большой толщине слоя, большой скорости и высокой температуре печати (образец №10); б – при малой толщине слоя, умеренной скорости и невысокой температуре печати (образец №5)

Таблица 1 **Режимы печати на 3d-принтере MBot Grid II**

№ обр.	Температура, С°	Скорость, мм/с	Толщина слоя, мм	Заполнение объекта, %	Наличие дефекта провисающих слоев (++ - выражено значительно, + - выражено незначительно)
1	220	20	0,1	10	++
2	210	20	0,1	10	++
3	210	10	0,1	10	++
4	210	15	0,1	10	++
5	210	15	0,2	10	+
6	210	30	0,2	10	++
7	220	35	0,2	10	++
8	220	10	0,2	10	+
9	220	10	0,2	10	++
10	220	10	0,2	100	++
11	220	10	0,2	50	+
12	200	10	0.2	50	++
13	190	10	0,2	30	++
14	210	10	0,2	30	+
15	210	5	0,2	30	+
16	210	10	0,2	30	+

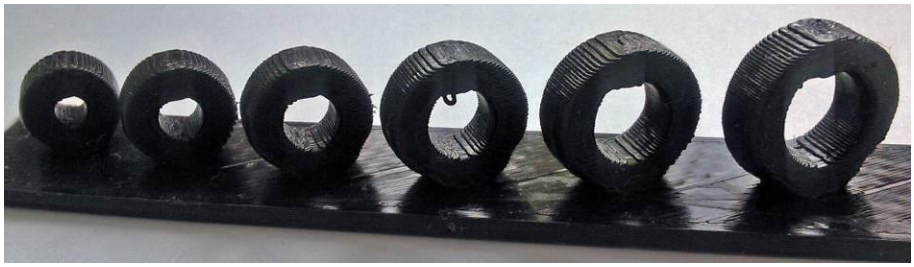
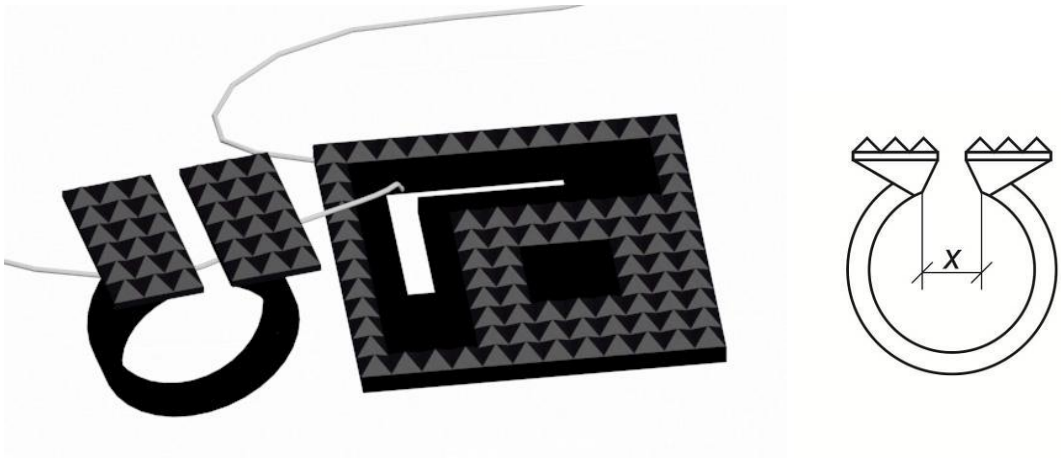


Рис. 3. Дефект провисания слоев пластика в отверстиях малой величины (образец № 16, $d_{внутр.}$=8...3 мм)

Таблица 2. **Зависимость величины зоны провисания слоев от диаметра отверстия при печати на 3d-принтере MBot Grid II**

Образец №16	Диаметр отверстия *d*, мм	Размер зоны провисания *x*, мм	Размер зоны провисания x, % (от *d*)
Кольцо 1	8	5,5	63
Кольцо 2	7	4	57
Кольцо 3	6	3,5	58
Кольцо 4	5	3	60
Кольцо 5	4	2,5	63
Кольцо 6	3	1,7	57

Для ряда изделий вертикальная печать отверстий является неизбежной, например, для колец, накладки которых имеют фактурную или рельефную поверхность (рис. 4).



а б

Рис. 4. Комплект бижутерии с фактурной отделкой: а – 3d-модель комплекта; б – выемка на кольце в зоне провисания слоев

Поскольку за счет подбора режимов печати на 3d-принтере Mbot Crid II полностью ликвидировать дефект провисания слоев не удается, при вертикальной печати изделий с отверстиями необходима корректировка их формы – создание уклонов или выемок, исключающих зоны печати в воздухе. На рисунке 4 предложен комплект предметов бижутерии в дизайне которого учтена зона провисания слоев на внутренней поверхности кольца. На ее месте сделана выемка, а под выступающими краями накладки предусмотрен уклон. Использова-

ние сквозной выемки на кольце обусловлено общей пластикой комплекта, служит общим элементом дизайна кольца и кулона и не является обязательным – для удаления зоны провисания слоев достаточно задать несквозную выемку с уклоном поверхностей.

Список литературы

1. Моделирование методом наплавления [Электронный ресурс] // Википедия: свободная энцикл. – Электрон. дан. – [Б. м.], 2014. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Моделирование методом наплавления (дата обращения: 30.03.2016)
2. Дефекты 3D печати - Попробуем ввести классификацию // 3dtoday : официальный сайт. – Электрон. дан. [Б. м.], 2015. - URL: http://3dtoday.ru/blogs/leoluch/defects-3d-printing-will-try-to-introduce-a-classification/ (дата обращения: 31.03.2016)

Усольцева А.В., соискатель, E-mail: ajieksa_oo@mail.ru
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Повышение потребительских свойств художественно – промышленных изделий

Аннотация. Проведено исследование корреляционной связи потребительских свойств художественно – промышленных изделий и индивидуальных особенностей создания: выбора проекта, используемого материала, технологии, оборудования, организации производства. Получены аналитические выражения для оптимизации принятия решений выбора технологических режимов, физических параметров лазера, учитывающих микроструктуру, химический состав и физико – механические характеристики. Разработаны предложения для решения актуальных задач задания технологических режимов при много вариантности реализаций выбора проекта, технологии, оборудования и неопределенности характеристик используемого материала. Намечено продолжение работ применительно к другим технологиям и материалам. Найдены технологические возможности обеспечения стабильно высоких результатов при промышленном изготовлении высокохудожественных эксклюзивных изделий, способы успешной компенсации имеющихся естественных неоднородностей материала при использовании стандартных промышленных технологий.

Ключевые слова: технология, гравирование, материал, потребительские свойства, имитационное моделирование, художественно – промышленные изделия, оптоэлектроника.

Каждое изделие обладает многими свойствами, которые проявляются при его изготовлении, эксплуатации и потреблении. Свойства изделий - это их объективная особенность, т.е. то, что отличает одно изделие от другого. Свойства изделия, обусловливающие его полезность в процессе эксплуатации и потребления, называются потребительскими. Номенклатура потребительских свойств и их показателей определяется особенностями и назначением продукции, в ос-

новном способностью товара создавать ощущение удобства, комфортности, наиболее полного удовлетворения потребностей пользователей.

В зависимости от особенностей и удовлетворяемых потребностей потребительские свойства подразделяют на следующие группы: назначения, надежности, эргономические, эстетические показатели, показатели безопасности.

Потребительские свойства изделия, в общем случае, определяются выбором и разработкой проекта, используемым материалом, технологией и оборудованием, организацией производства [1].

Актуальность проведенных работ обусловлена необходимостью создания изделий с компенсированной (стабильной) художественной и промышленной обработкой, обеспечивающей надежные эстетические свойства изделий, превращающих их в истинное произведение декоративно - прикладного искусства и поддерживающих конкурентоспособность и спрос при использовании распространенной промышленной технологии и организации работ. При создании художественных изделий решающая роль принадлежит технологическому процессу, который представляет собой экономически целесообразную совокупность технологических операций по обработке и сборке комплектующих деталей и узлов эксклюзивных изделий.

С использованием теории вероятностей, математической статистики, математического моделирования, теории случайных функций разработан аппарат, позволяющий для обеспечения необходимых потребительских свойств художественно – промышленных изделий выбрать научно – обоснованный проект, используемые материалы, технологию и оборудование, организацию производства, решить актуальные задачи, возникающих при создании изделий с учетом особенностей применяемых материалов, их физических, химических и эстетических свойств, позволяющих подчеркнуть их природную уникальность и компенсировать неоднородность свойств. Предложены способы успешной компенсации имеющихся естественных неоднородностей материала и возможности обеспечения стабильно высоких результатов при промышленном изготовлении высокохудожественных эксклюзивных изделий.

Связь между потребительскими свойствами художественно – промышленных изделий и индивидуальными особенностями создания в общем случае можно описать следующим выражением

$$P\,(X_1\,,\,X_2\,,\ldots.,\,X_i) = f\,[R_j\,(Y_1\,,\,Y_2\,,\ldots.,\,Y_g)],$$

где P – комплексная оценка потребительских свойств художественно – промышленных изделий (по показателям назначения, надежности, эргономическим, эстетическим, безопасности)

R_j – параметры индивидуальных особенностей создания изделия (проект, материалы, технология, оборудование, организация производства),

$X_1\,,\,X_2\,,\ldots.,\,X_j$ – номенклатура показателей потребительских свойств изделия (назначения — функционального, социального, классификационного, универсального; надежности — долговечность, безотказность, ремонтопригодность, сохраняемость; эргономические — гигиенические, антропометрические,

психологические, психофизиологические; эстетические; безопасности — химическая, механическая, биологическая, радиационная, электрическая, магнитная, термическая, противопожарная, и т.д., с последующей детализацией)

Y_1 , Y_2 ,...., Y_g – индивидуальные особенности создания изделия (возможные варианты проекта, материалов, технологий, оборудования, организации производства, и т.д., с последующей детализацией)

i – количество критериев оценки потребительских свойств художественно – промышленных изделий,

j – количество особенностей создания изделия,

g – количество изменений особенностей создания изделия,

f – корреляционная функция, связывающая общую оценку потребительских свойств художественно – промышленных изделий и индивидуальных особенностей создания.

Для оценки корреляционной функции, связывающей общую оценку потребительских свойств художественно – промышленных изделий и индивидуальные особенности создания, использованы следующие подходы:

- статистический подход, заключающийся в максимально полном использовании статистики изделий - аналогов,
- графоаналитический подход, заключающийся в использовании логических методов анализа «деревьев событий» или имитационных моделей использования;
- экспертный подход, заключающийся в выработке оценки путем учета мнений опрашиваемых потребителей.

Из–за недостатка репрезентативных статистических данных полученная оценка носит вероятностный характер.

Для применения аналитических выражений на примере гравирования [2,3] решены следующие задачи:

- проведен анализ физических, механических, химических свойств материалов, влияющих на потребительские свойства художественно – промышленных изделий.
- проведена критическая оценка возможностей альтернативных технологий изготовления художественно – промышленных изделий, исследованы преимущества лазерных технологий,
- исследовано влияния микроструктуры материала на выбор лазерной техники,
- исследовано влияние лазерных технологий на дизайнерские решения (на примере лазерного гравирования [4]),
- исследовано влияние параметров лазерного излучения (мощности, разрешающей способности, частоты, скорости движения лазерного луча и т.д.) на изменение физических свойств материала (глубина разрушения слоя, цветовой тон, контраст цвета и т.д.)
- исследовано влияние изменения физических свойств материала под действием лазерного излучения на эстетические характеристики изделий.

- разработаны рекомендации по проектированию изображений, полученных лазерным гравированием.

Полученные результаты апробированы при нанесении художественного изображения на материалы органического происхождения [5, 6]. В рассматриваемых случаях прогрессивно применение лазерных технологий, совмещение лазерной резки и лазерного гравирования. Наиболее оптимальным для рассматриваемого случая является CO_2 – лазер, длина волны излучения 10,6 мкм, управляемый компьютером. Для гравирования выбран лазерный гравер серии Speedy фирмы Trotec (Австрия) с использованием программных продуктов CORELDRAW, JOBCONTROL.

Анализ и экспертный опрос показали, что для получения наиболее четкого и контрастного изображения необходимо получение глубины проникновения лазерного излучения в материал на 0,3 – 0,5 мм [7]. Этого достаточно для получения стабильного контура резки, высокохудожественного контрастного темного вид картин и узоров, необходимой адгезии при заполнении изображения красителем. Использование аналитической корреляционной зависимости позволяет рассчитать режимы работы лазерной установки.

Для проверки корректности задания режимов взаимодействия лазерного излучения с материалом воспроизводился полутоновой клин [8] от белого до черного поля при изменении мощности лазерного излучения от 2 до 12 Вт, скорости лазерного гравирования от 10 до 180 см/сек., разрешающей способности от 100 до 1000 dpi, частоты импульсов от 500 до 1000 Гц, диаметра сфокусированного лазерного луча на материале от 0,05 до 1,0 мм. угла падения лазерного луча от 45 до 90^0, и комбинации этих режимов.

Практическая значимость работы определяется разработанными предложениями, применимыми к решению актуальных задач выбора материала, технологии, аппаратуры, задания режимов на примере лазерного гравирования для декоративной обработки материалов при много вариантности реализаций в условиях неопределенности характеристик используемого материала. Перспективно продолжение работ применительно к другим материалам и технологиям. Найдены способы успешной компенсации имеющихся естественных неоднородностей материала и технологические возможности обеспечения стабильно высоких результатов при промышленном изготовлении высокохудожественных эксклюзивных изделий, намечены направления продолжения исследований.

Список литературы

1. *Куманин В. И., Ковалева Л. А., Лобацкая Р.М., и др.* Художественное материаловедение: по видам материалов. М.: МГАПИ, 2005. 182 с.
2. *Черных М.М.* Гравирование. Термины и классификация изображений / М.М. Черных, В.М. Рябов // Дизайн. Материалы. Технология. – 2013. - № 1 (26). – С. 60-65.
3. *Литвиненко С.* Технологии гравирования. Киев: Витражная мастерская, 2006.-112 с.

4. *Григорьянц А.Г., Соколов А.А.* Лазерная техника и технология. В 7 кн. Кн. 4. Лазерная обработка неметаллических материалов: Пособие для вузов. Под ред. Григорьянца А.Г.- М: Высшая школа. 1988.-191 с.
5. *Усольцева А.В., Черных М.М., Усольцев В.П.* Исследование лазерного гравирования изделий из кости //«Молодые ученые – ускорению научно – технического прогресса в XXI веке. Сборник материалов II Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием (Ижевск, 22 – 23 апреля 2015 г.), – Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С 713 – 721
6. *Усольцева А.В., Усольцев В.П.* Особенности лазерного гравирования изделий из кожи / «Приборостроение в XXI веке – 2014. Интеграция науки, образования и производства: Сборник материалов X Всероссийской научно-технической конференции с международным участием (Ижевск, 12 – 14 ноября 2014 г.), – Ижевск: Издательство ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2015. – С 522 – 524.
7. *Миронов В.Л.* Основы сканирующей зондовой микроскопии. – Н. Новгород: Техносфера, 2004.- 110 с.
8. ГОСТ 24930-81. Клин полутоновой для факсимильной аппаратуры. – М.: Изд-во стандартов. 1981. – 5 с.

Широбокова Д.В., студент;
Валиева Г.Р., ст. преподаватель, e-mail: grsadykova @mail.ru

ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Область применения ортопедических рукояток

Аннотация: В статье рассмотрены основные области применения ортопедических рукояток. Выделены три основные сферы - медицина, спорт и быт. Описана их специфика. Рассмотрена возможность применения ортопедических рукояток по размерному ряду для различных видов предметов.

Ключевые слова: ортопедическая рукоятка, эргономика, медицина, спорт, спортивная стрельба, размерный ряд.

Сегодня в связи со значительным усложнением техники, которой пользуется человек, большое внимание уделяется удобству, безопасности эксплуатации предмета и сокращению времени выполнения работы. Все чаще встречаются изделия, оснащенные эргономичными элементами, а в частности ортопедическими рукоятками – эргономичными приспособлениями, изготовленными с учетом анатомических особенностей кисти руки.

Ортопедические рукояти получили распространение уже в конце 19 века среди фехтовальщиков. Учителя узнавали по отсутствию фаланг на пальцах правой руки – обрубали ученики. Поскольку все управление оружием в фехтовании ведется пальцами, нехватка фаланг сказывалась на качестве работы мастера. Тогда в Бельгии мастер фехтования и аристократ Висконти изобрел но-

вый тип рукояти, известной как «пистолетная» или ортопедическая рукоять (рис. 1). Однако со временем, эти рукоятки попали под запрет, поскольку считались «нечестными» [1].



Рис. 1. «Пистолетная» или «бельгийская» рукоятка

На данный момент область применения ортопедических рукояток широкая, выделяются три основные сферы: медицина, спортивный инвентарь, быт (рис. 2). В зависимости от места применения ортопедической рукоятки изменяется материал, конструкция, эргономика и стоимость.



Рис. 2. Область применения ортопедических рукояток

В медицине ортопедические рукоятки применяют для облегчения жизни и передвижения пациентов. В зависимости назначения существуют разнообразные изделия, помогающие людям вернуться к активному образу жизни. Ортопедические рукоятки чаще всего используются на разгружающих аппаратах и

ортопедических приспособлениях для реабилитации нижних конечностей: ходунки, трости, костыли (рис. 3).



а) б) в)

Рис. 3. Ортопедические рукоятки в медицине: а) трость инвалидная; б) ходунки; в) ортопедическая гелевая ручка

Трость инвалидная телескопическая с деревянной ортопедической рукояткой предназначена для людей, которые во время ходьбы переносят на трость большую часть собственного веса. Трость имеет широкую площадь опоры, что распределяет нагрузку на руку равномерно. Анатомическая рукоятка повторяет контуры ладони, что способствует максимальному комфорту. Трости могут быть универсальными — под левую или правую руку. Также созданы ортопедические гелевые ручки, предназначенные для людей с ослабленными функциями рук и кистей. Благодаря легкому футляру ручку легче удерживать в кисти и на нее практически не нужно давить при письме.

Рукоятки спортивного инвентаря (рис. 4) выполняют с учетом анатомических особенностей кисти руки спортсменов с целью обеспечения минимальной утомляемости спортсмена за счет удобства удержания оружия, особенно это важно для стабильной и точной стрельбы.

Для спортивной стрельбы из пистолета, винтовки, лука и арбалета рукоятка должна быть удобной и обеспечивать стабильный хват, что поможет спортсмену сосредоточиться не на удержании оружия, а на выполнении упражнения. Также ортопедические рукоятки используются в снаряжении ледолазов и альпинистов. Хват руки ледолаза отличается от обычного хвата рук, так как на них надеты различные перчатки. Захват инструмента альпиниста должен быть удобным и требовать минимум усилий.



а) б) в)

Рис. 4. Ортопедические рукоятки в спорте: а) пистолетная рукоятка; б) спортивный арбалет; в) ортопедическое снаряжение альпиниста

Не обходятся и предметы быта без ортопедических элементов удержания (рис. 5). Сегодня производителями предлагается большой выбор рукоятей ножей, но за века, уже выявлена наиболее эффективная концепция - это ортопедическая рукоять, с подгонкой под пальцы. При этом для указательного пальца выемка делается глубже других, потому как на него ложится основное силовое воздействие при работе. Второй вариант формы – полуортопедическая, отличающаяся отсутствием выемок под все пальцы, кроме указательного. Для лучшего распределения нагрузки при работе ножом по кисти такие рукояти еще делаются более выгнутой формы. Не менее популярно использование ортопедических рукояток в строительных инструментах, так как эргономичный дизайн ручки обеспечивает надежное удержание в любых случаях применения. В эпоху всеобщей компьютеризации большое распространение получили ортопедические и вертикальные компьютерные мыши. Монотонная работа кисти или длительное нахождение в неестественных положениях приводят к различным заболеваниям суставов, а при использовании адаптированных устройств кисть сохраняет свое «обычное» положение.



а) б) в)

Рис. 5. Ортопедические рукоятки в быту: а) нож; б) джойстик; в) дрель

Таким образом, ортопедические рукоятки активно применяются в различных сферах деятельности, поэтому актуально их проектирование и произ-

водство. Однако как показали исследования, большая часть используемых рукояток не удовлетворяет анатомическим особенностям кистей рук потребителей. Рукоятки выполняются одного типоразмера под кисть руки среднего взрослого мужчины. Ввиду большой разницы размеров кистей рук это вызывает неудобства в эксплуатации, например выемки под пальцы очень часто не попадают в нужные места. На примере спортивного пневматического пистолета МР-46М проведено исследование, собрана база данных размеров кистей рук респондентов, разработана ортопедическая рукоятка эргономичной формы и рассчитан ее размерный ряд [2], включивший восемнадцать типоразмеров. Результаты, полученные в ходе исследований, могут быть применены для пистолетов других моделей, медицинского оборудования и бытовых изделий путем корректирования формы рукоятки под специфику предмета и изменения посадочного места рукоятки. А современное оборудование и технологии позволяют и вовсе изготавливать индивидуальные ортопедические рукоятки посредством сканирования руки и использования скана при проектировании.

Список литературы

1. Официальный сайт Военно-исторического журнала "Para Bellum" [электронный ресурс]. – Режим доступа: http://parabellum.vzmakh.ru/n2_s6.shtml (дата обращения: 01.04.2014).
2. *Садыкова Г.Р.* Размерная типология ортопедических рукояток спортивных пистолетов/ Г.Р. Садыкова, М.М. Черных, М.Е. Драгунов// Дизайн. Материалы. Технология, 2014-№3(33). С. 56-59.

Раздел 10. Строительство и строительные материалы

Содержание

Bilal A.A., Khuzyakhmetova O.A., Zorin A.N. The importance of the rehabilitation of the strategic plans in the reconstruction of neighborhoods of Homs city, Syria 645

Gharib A.M., Gharib A.R., Zorin N.A. Estimating the psychological effects of the Syrian war on Syrian people and finding preferences to be taken in the later reconstruction approach 648

Pushkarev I.A., Berezina M.D. Structural elements of protection against vibration of construction systems with mobile loadings 654

Абросимова М.В., Изюрьева И.А. Проблемы инвестирования жилищного строительства Удмуртской Республики 657

Акбарова Г.Х., Ившина Л.И. Реновация промышленной территории под многофункциональный жилой комплекс на примере завода «Редуктор» в г. Ижевске 661

Акимова Е.О., Ившина Л.И. Библиотека как центр социального притяжения 666

Акимова Е.О., Ившина Л.И. Многоуровневые автопарковки в структуре города 670

Алышева А.О. Экономичное строительство: дома из контейнеров 676

Арутюнян Г.Ш., Хузяхметова О.А., Зорин А.Н. Проблемы реновации промышленных территорий 678

Бутусова А.В., Семенова С.В. Учет особенностей малого строительного бизнеса при расчете конкурентоспособности организации динамическим методом 682

Быков Д.С. Способы термообработки бетона при возведении монолитных зданий и сооружений 686

Ванюшина С.А., Зорин А.Н. Современные принципы формирования архитектурно-пространственной организации студенческих кампусов 691

Вахрушева Н.С. Особенности объемно-компоновочных решений на нефтеперерабатывающих производствах 694

Волков Д.Л., Сагитов К.В., Плеханова Т.А. Перспективы использования фторангидрита в составе строительных материалов 698

Гафурьянов А.А., Бельтюков И.В. Обоснование исторических православных зданий как объектов культурного наследия 703

Домнина К.Л. Сравнительный анализ нормативных характеристик для различных изделий из ячеистого бетона 707

Ефимова А.О., Зорин А.Н. Перепрофилирование здания Русского драматического театра имени Короленко с размещением молодежного центра в г. Ижевске 710

Иванова А.П., Ившина Л.И. Анализ соответствия школьных зданий, построенных по типовым проектам, градостроительным требованиям 714

Иванова А.П., Ившина Л.И. Развитие типологии школьных зданий в городе Ижевске 717
Иванова Т.Н., Турчин В.В., Юдина Л.В. Закрепление оснований свайных фундаментов при реконструкции общественного здания в г. Воткинске УР 723
Игнатьева А.Д., Хакимуллин Р.Р., Репина И.И. Применение активизированного микрокремнезема (МК-85) для получения водостойких композиций..... 731
Кашбуллина Г.Г., Бушмелева Г.В. Методы определения сметной стоимости строительства в Российской Федерации 735
Кашбуллина Г.Г., Бушмелева Г.В. Система формирования цен на строительную продукцию и услуги в Российской Федерации..... 740
Киселева А.А., Ившина Л.И. Экологическая архитектура..... 746
Мазитов М.О., Полянских И.С., Бекмансуров М.Р. Применение отходов производства в качестве сырья для изготовления штучных изделий 752
Мушаков Д.А., Грахов В.П. Развитие системы формирования исполнительной документации электронным способом 758
Непогода Т.П., Ившина Л.И. Задачи реконструкции клубов..... 762
Ожегова Н.В., Первушин Г.Н. Проблема формирования сети дополнительного детского образования 765
Пантюхина Ю.Н., Тарануха Н.Л. Определение ставки дисконтирования методом кумулятивного построения в рамках доходного подхода оценки недвижимости 769
Пастухова М.А., Изюрьева И.А. От первых видов садов к современным тенденциям в ландшафтном дизайне 773
Поторочина С.А., Новикова В.А., Гордина А.Ф., Бекмансуров М.Р. Влияние комплексной добавки на основе поликарбоксилата и углеродных нанотрубок на физико-технические параметры гипсового вяжущего..... 776
Привалова М.А. Вертикальные фермы..... 783
Пушкарева А.В. Централизованная сеть музеев Удмуртии 787
Ратов А.Г. Анализ ресурсных рисков при реализации инвестиционно-строительных проектов..... 790
Рединовa А.М., Ившина Л.И. Строительство детских садов нового формата в России 796
Репина Л.А. Сравнение и выбор технологии строительства малоэтажного жилого дома. Критерии оценки и факторы, влияющие на них..... 802
Репина Л.А. Технологии каркасного домостроения – «национальная» классификация..... 808
Рузина Н.С., Лушникова Е.С., Гордина А.Ф., Полянских И.С. Оценка экономической эффективности внедрения гипсового композиционного материала..... 812
Рылова М.А., Ившина Л.И. Направление реконструкции мостов 816

Сабрекова О.А. Творческое наследие архитекторов Камских заводов первой половины XIX века 819
Садыкова А.Б., Изюрьева И.А. Зеленые крыши. Применение и назначение 825
Седов Н.В. Проблемы современной реорганизации промышленных территорий постиндустриального города 829
Соков В.Н., Солнцев А.А., Лямзин Ф.М. Технология бесшамотного высокотемпературного теплоизоляционного материала 835
Соловьева И.Э., Ившина Л.И. Структура, проблемы, перспектива парковочного пространства в г. Ижевск 839
Султанова В.М., Тайбахтина П.А., Пудов И.А. Влияние пластификаторов и углеродсодержащих дисперсных систем на физико-механические свойства цементного раствора 842
Тайбахтина П.А., Султанова В.М. Влияние различных гипер- и суперпластификаторов на реологические свойства цементного теста 846
Тронина Е.А., Ившина Л.И. Реконструкция поселковых общественных центров 850
Хорошавина Е.В., Ившина Л.И. Методика преобразования зданий кинотеатров, построенных во второй половине XX века 854
Хузяхметова О.А., Ившина Л.И. Реновация промышленных предприятий в центральных районах г. Ижевска 858
Чукунова И.В., Кальтымова С.А. Влияние изменений в государственной кадастровой оценке недвижимости на размер налога на имущества физических лиц 861
Шабалина О.Н., Горбушина Т.Н., Гордина А.Ф. Разработка теплоизоляционного материала с применением костры льна 864
Шишкина С.Л., Манохин П.Е. Разработка системы технико-экономические показателей при реконструкции общественных зданий 868
Якушев Н.М., Красноперова Т.Ю. Проблемы реконструкции в стесненных условиях городской застройки 875

УДК 69:658(045)

Раздел 10. Строительство и строительные материалы

Bilal A.A., Master's Student, e-mail: ali.bilal73@yandex.com;
Zorin N.A., Head of the Department of Architecture, Ph.D., assoc. prof., e-mail: arh@istu.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University – Russia

The importance of the rehabilitation of the strategic plans in the reconstruction of neighborhoods of Homs city, Syria

Abstract: There are several challenges which face the reconstruction process after wars. One of these main challenges is to solve the urban problems. And the most important one of these problems is the weakness of the organizational schemes in addition to its pre war flaws. So the main task of reconstruction is to rehabilitate these organizational schemes in a way that fits the new reality, solves the previous problems and facilitates the planning and constructing process.

Reconstruction neighborhoods after wars and solve the urban planning problems. One of the problems is, because the strategic plans don't give the needs of city. The research aims to know the considerations of strategic plans for Homs, from the study of the current situation in one of the neighborhoods of the Syrian city, Homs. The research have many methods according to the objectives. The research concludes; the strategic plans don't express of the different fields of current situation after war and their reasons.

The research contains these points:

1. The study of the neighborhoods current situation after war.
2. Consideration of doing the strategic and organizational schemes.
3. Critical analysis study of the situation shown in the organizational scheme of the considered neighborhood.

Research Methods: critical analysis, descriptive analysis, historical analysis, and deductive.

Keywords: Reconstruction, organizational scheme, urban, Homs city, neighborhoods

1. Introduction

Both humans and cities face various types of catastrophes nowadays. One of these disasters is the destruction caused by wars and conflicts. *Reconstruction after wars* is considered one of the most important procedures to get out of these disasters [1].

This procedure may either be successful or it might fail to accomplish its vision in reconstruction, such as some cases which occurred in history and stumbled the growth of its societies because of the reconstructing because of the policy that it pursued [2]. Reconstruction is a wide term to be confined in one definition. It is a group of procedures which seek to consolidate peace, promote sustainable development, pave the way for growth and the restoration of life in countries and regions emerging from conflict [3]. Reconstruction's procedures have many aspects such as: economi-

cal, social and the efforts of civil societies, political and the architectural and urban aspect [2].

This last aspect, The Architectural and Urban, will have the largest part of this research. This is shown through the research of the concept of reconstruction on one of the neighborhoods of the Syrian city, Homs. This research includes the study of the current situation and the current organizational schemes, and finally a critical analysis study of the situation shown in the organizational scheme of the considered neighborhood.

2. Organizational schemes

The first stage of the reconstruction is the survey and documentation of damages, which is of very great importance to start planning for the reconstruction any process to return the urban planning requires data and figures for the number of facilities demolished, number of installations destroyed partly on the basis of these data can take the appropriate decisions for rebuilding of the neighborhood entirely, or replanning [2].

3. An overview of the city of Homs

The city of Homs occupies third place in the ranking of Syrian cities, and form of administration of the center of the largest provinces of the country area; where occupies 22 % of its area [4].

The city of Homs, strategically placed geographically distinct; it is the connecting point between Palmyra and the Euphrates and Syrian coast to the west, and north of Damascus, in addition to the proximity of Mount Lebanon and the city of Baalbek in the Southwest) [4].



Fig. Homs province, Syria. Within the site

The city of Homs and region play a key role in the growth Trade and economic at the national level; it includes a third of the industries in the public sector, which plays a key role in the Syrian economy, such as petrochemicals, fertilizers, and textiles industries Engineering [4–5]. The number of city residents 652.609 people, and the population growth was 3.11 % in 1994 and 2.35 % in 2004), the Central Bureau of Statistics, 2004 (characterized by the presence of the Assi River, and important environmental features Western exposure to the wind [5].

An overview of the neighborhood. Krm Shamshm neighborhood is located in the city of Homs in the north-east part of the old city it's area about 30 hectares with population of 11521, the characteristic of his neighborhood as an important connecting point between the old city, and new Homs [6].

4. Results

The architectural study. The nature of the existing buildings in the neighborhood is modern reinforced concrete and blocks. Some of these buildings are based on

blue stone. They are outdated and need to be removed. However, all of them are irregularly on both sides of the streets and distort the general character of the neighborhood. The amount of destruction is 70 % from the area of neighborhood, nowadays it's an abandoned neighborhood, where there is no population.

The current situation's study of the neighborhood. The pros and cons of the current regulatory scheme:

1. The absence of a clear center of the neighborhood which meets the needs of its population.
2. The increase of roads percentage and frequent decussations Quartet as well as the lack of parking in the area.
3. Mixing services with housing plus the lack of adequate and clear commercial centers serving the neighborhood.
4. The lack of health, cultural and entertainment services in the neighborhood.
5. The acute shortage of green spaces.
6. High-density residential buildings and contiguity in addition to the absence of adequate borders for buildings.
7. Multi-story heights are few in the neighborhood where most of which does not exceed.

General strategy for organizational schemes:

1. Assess the current situation of the city of Homs in all economic, social and political fields, and the preparation of detailed reports in this area; and connect them with realistic visions.
2. Restructuring and building controls systems, and other laws that were of a negative impact on the charts regulatory to avoid them when issuing new laws so commensurate with the characteristics of the city, and civilized values.
3. Take advantage of new technologies that contribute to the simplification of various kinds analyzes, and decision-making like gis, Ramas Gis and the Pis.
4. Preparation of organizational charts tests, then work accordingly.
5. Taking the social factors like the views of the people, and their interests and their traditions before doing the strategic plans.

5. Conclusions

The aim of the study the current situation to secure a range of information and numbers can be translated into charts and tables contribute to alleviate the difficulties and expedite the planning process.

This stage is necessary in order to determine the target schematic and discuss the various possibilities for this target. This sets guidelines for the planning process by giving high importance to the right study of strategic and organizational schemes in the Syrian cities, in the reconstruction after the war.

6. Future work

Research suggests a strategy for the neighborhood:

1. Secure a vital center for the neighborhood, which includes various services, to serve the neighborhood within a distance that doesn't exceed 500 m.

2. Increase the green zones in the neighborhood.

3. Studying the high floors area gradually starting from the surrounding multi-story residential towers and lowering towards the center of the neighborhood. This will give the buildings the consistency which doesn't make the beholder feel monotony or boredom.

4. Providing clear and adequate pedestrian axes to link residential groups with the center, the surrounding neighborhoods and with each other. In addition to noting the possibility of cars breakthrough ways to some pedestrians axes in anticipation of the ambulance and emergency situations.

References

1. *Al-Magriby, D.* (2016). Arichitecture of disaster. Twenty-two, 36, pp. 6–11. Retrieved March 3, 2016.
2. *Raad, H.* (2014). Reconstruction: General features and studies cases. Twenty-two, 12, pp.14–28. Retrieved January 6, 2016.
3. *Konare, A.O.* (2006). Policy on post-conflict reconstruction and development (vol. 1, pp. 2–5, rep.). Sirte: African union.
4. *Al-Masrry, I.H., Mohammed, H.* (2011, February 23). Considerations of doing and rehabilitation to the strategic plans in Homs city. Journal of Engineering Since Damascus University, 2, pp. 10–12.
5. Report: The status of the city Homs "issued (Gtz Syrian German Technical Cooperation Sustainable Urban Development program in Syria) German-Syrian cooperation in the field of development, February 2009, pp. 9–43.
6. Report: The results of Population and Housing Census, 2004 (vol. 1, pp. 40–47, rep.). Homs: Syria.

Gharib[1] *A.M.*, Master's Student, e-mail: majdgharib@yandex.com;
Gharib[2] *A.R.*, Bachelor of Architectural engineering, ramy-arch@yandex.com;
Zorin[1] *N.A.*, Head of the Dept. of Architecture, Ph.D., assoc. prof., e-mail: arh@istu.ru

[1] Kalashnikov Izhevsk State Technical University – Russia
[2] Al-Baath University – Homs, Syria

Estimating the psychological effects of the Syrian war on Syrian people and finding preferences to be taken in the later reconstruction approach

Abstract: A research survey of three sections presented to identify a link between psychology and urban design; the first section is formed to estimate the prevalence of post-traumatic stress disorder (PTSD) in Syria as people are still living in a war situation in 2016. The second section focuses on discovering preliminary indicators of Syrian people's environmental preferences. The third section is dedicated to observing architectural preferences of the studied sample. These sections implicitly work together to set guidelines for an urban reconstruction approach that was never fused before in Syria.

Keywords: PTSD, Posttraumatic stress disorder, the Syrian conflict, Postwar psychology, Postwar reconstruction, DSM-IV (PCL-C), Psychogeography

1. Introduction

Many theories in psychology classify the hierarchy of human needs. The famous theory (Maslow's hierarchy of needs) proposed by Abraham Maslow in 1943 suggested a range of terms to describe human needs, starting with «physiological» needs, then «safety», «belongingness» and «love», «esteem», ending with «self-actualization» needs [1]. These needs are often illustrated as layers in a pyramid shape. Maslow – as a humanistic psychologist – believed that humans strive for an upper level of capabilities, which Maslow labeled it as «self-actualization», and if this was met, then a person would get the highest reaches of consciousness and wisdom. This has been also labeled as «fully functioning person» [2].

Later on, the theory of (Human Needs and Human-scale Development) was developed by Manfred Max-Neef and others in 1991. In this theory, they took a different approach which resulted in a more detailed classification of the fundamental human needs in the following order: «subsistence, protection, affection, understanding, participation, leisure, creation, identity», and finally «freedom». According to this theory, «subsistence» need requires a person to be in a good «physical and mental health», by having «food, shelter, work» and doing actions like «feed, clothe, rest, work» in a suitable «living environment». This need is followed by the need of «protection» then «affection» which require having «social security, health systems, work» then «friendships, family, relationships with nature» respectively. These needs are related directly to the physical and mental safety [3].

Human needs must be fulfilled; if not, the individual will have symptoms regarding the unmet needs. This may deprive him of meeting higher needs causing him to become a mentally unhealthy human [4, 5]. In the absence of physical safety, people may experience PTSD. The Anxiety and Depression Association of America ADAA describes PTSD as «a serious potentially debilitating condition», while the American Psychological Association APA defines it as an «anxiety problem»; however, both of them agree with the Mayo Clinic's definition that this mental reaction is triggered by a terrifying event» such as war and terrorism, «– either experiencing it or witnessing it,» causing the problem to develop in anyone at any age [6, 7, 8].

Symptoms are characterized by three main groups of problems: Re-experiencing symptoms, Avoidance Symptoms, and Hyper-Arousal Symptoms. Some people may experience only some of these symptoms while others may get all of them. Symptoms do not always resolve quickly and may continue to cause problems for the rest of the person's life. In some cases, individuals may not feel any significant problems until they have to deal with other major life stress which makes them relapse, which could be worse in rare cases where symptoms do not appear for months, or even years, after the trauma [9].

Finally, it is important to remember the link between green spaces and mental health, it is true that studies don't show that living in a greener area will definitely increase happiness, but the findings of experiments confirms that green space does improve people's mood, and cognitive functioning. [10]

For that, discovering the prevalence of PTSD among Syrian people who have suffered from the large scale of traumatic events during the Syrian armed conflict from 2011 and still ongoing, and putting the findings to support any future approach that would help them overcome this trauma is the major concern of this paper.

2. Method

2.1. Design

The first part of the survey is PTSD screening test PCL-C for civilians; a 17-item self-report measure used in respect to the Diagnostic Statistical Manual (DSM-IV). It was used in this study to estimate PTSD rates in Syria in 2016 [11]. This test was designed by accurately translating the original test into the Arabic language then putting it available online using social media website Facebook as a platform to reach the required sample of Syrian people quickly. The second part is a visual stimuli test designed to preliminary discover the participant's preferences of volumetric formations, outdoor environments and nature's elements. The third section is specialized for the people of Homs city in Syria. It is formulated to observing architecture and urban design-related preferences and wishes of the studied sample to be considered in the later reconstruction process in Homs.

2.2. Participants

A sample of 650 random Syrian people participated in this study, (95 %) were above eighteen years old, while (5 %) were under eighteen years old. In terms of gender, (57.2 %) males and (42.8 %) females. A subsample of 600 participants lived inside Syria are the sample of the first part (PTSD screening); they are divided into (83 %) who said they have experienced a shocking event directly and (17 %) said they haven't. More than half of them (64.8 %) lived in areas where the war took place directly, while (35.2 %) lived in safer places inside Syria. On the other side, the full 650 people sample participated in the second part, and A subsample of 190 people participated in the third part of the survey.

2.3. Procedure

The chosen Facebook page is Syrian Researchers as it had 537,122 Syrian followers by the time the study was conducted [12, 13]. Submitting personal information was set optional for the participants, however, required questions with forced answers were used to filter out non-Syrian and fake participants and multiple submits. The survey was put in public in 27 March 2016 at 18:58 P.M until 30 March 2016 at 01:09 A.M. The first part of the survey consists of 17 answers divided into 3 groups to measure 3 symptoms of PTSD, every question must be answered by choosing a value on a scale from one to five to indicate the degree to which they have been bothered by that particular symptom over the past month; one equals «not at all» and five equals «extremely». Thus, total possible scores range from 17 to 85. In war case, a person is expected to be a suffering from PTSD if he had a final score higher than 49 points [11, 14]. The second part presents pairs of images for participants to look at

then to choose the photo that makes them feel more relaxed. No time limit was set for the choosing process in order to get completely free and conscious answers, ending with a one to five scale question of a person's feelings towards two separated photos, and example is shown in Fig.1. On the other side, the third part had multiple choice questions to be answered depending on person's own experience, and some questions where the participant could write down an opinion.



Fig. 1. Presents photo A of an artificial geometrical garden versus photo B of an artificial but natural designed garden. Participants have to choose which place would feel more relaxed if visited

3. Results

The first test shows that PTSD rates in a subsample of 600 Syrian people are divided into three groups. First group includes participants who had a score higher than 49 points (247 people); in the second group, participants had all the symptoms but their score didn't reach the exceed 49 points (362 people), while the third group consists of individuals who have all the symptoms of PTSD and they also had a score over 49 points (242 people). An illustration of percentages is shown in Fig. 2.

In the second test, results suggest that (68.8 %) of participants prefer spherical formation over cubical, while (58.2 %) showed higher interest in natural pathways instead of artificial ones, this significantly changed to (67.2 %) preferred artificial pathway provided that it had been made in a very natural design. Greenery seems to win over sea landscape in terms of relaxation when combined with spherical formations of stone; same goes for natural green spaces which are preferred by (55.9 %) compared to geometrical handmade gardens. Finally, when the participants were asked to rate their feeling about a photo of a famous city square with many urban elements but no greenery, then a photo of a garden with a very natural design, they have rated their feelings as shown in Fig. 3 and Fig. 4, where they largely preferred being in a natural environment.

The final test results on subsample of 190 participants who lived in Homs city showed the same indicators, as people were asked about their opinion of building a big garden in a suggested reconstruction plan for a destroyed neighborhood in Homs, and (90.3 %) accepted, while (75 %) thought the neighborhood was not satisfying and

it needed to be improved. A final question asked the people to choose one building to restore of this neighborhood, (14.2 %) – the highest percentage – chose the only building that had a medium sized garden in the neighborhood.

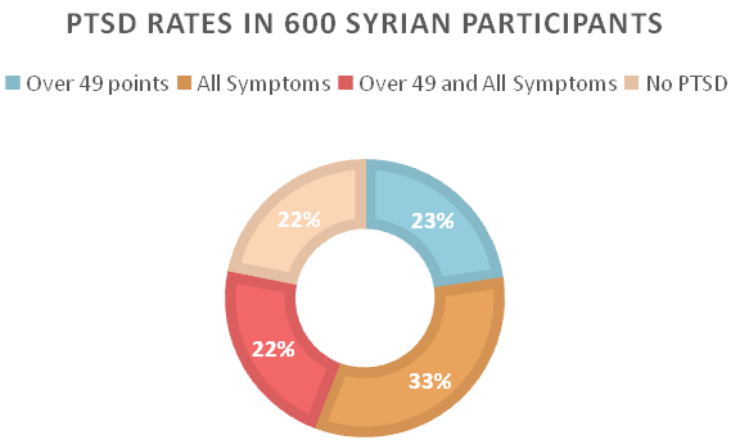


Fig. 2. Pie chart illustrating discovered PTSD Rates in the studied subsample





Fig. 3. Line chart illustrating relaxing response to the photo of urban environment with no greenery above the chart





Fig. 4. Line chart illustrating relaxing response to the photo of a garden designed to mimic nature above the chart

4. Conclusions

The PTSD test results express a widespread of the trauma in Syria based on the result of the test as (67 %) of the participants had symptoms corresponding to the recommended diagnosis, which is expected due to horrors of war and terrorism. In addition, the psychological screening preliminary indicates a trend among the partici-

pants to prefer curved formations over sharp edgy ones. Furthermore, the orientation of the studied sample is clearly toward natural environments and gardens, and a green future of the Syrian cities. This sets guidelines for future reconstruction process by giving high importance to developing more green spaces inside the Syrian cities, and taking PTSD problems as a serious issue that must be dealt with by designing better cities and more friendly, cozy, happy and relaxing spaces which can be done by conducting more studies to understand the Syrian citizen's preferences and real needs to live and function properly as a part of a developing community.

5. Research Limitations

It is very important to notice that the DSM-IV (PLC-C) test manual is not meant to make a final formal diagnosis, despite the fact the PCL has shown good diagnostic utility [11]. This study is only to show a simple estimation of how much could the trauma be spreading, thus, no personal scores were given to the participants. While the results of this paper line up with the results of other studies conducted on this topic, unfortunately, a more accurate approach couldn't be taken due to financial and personal hardships.

6. Future work

It is recommended to improve this experiment when the DSM-5 is fully available. Additionally, more precise conclusions could be achieved if the study was done by specialized organizations such as the UN, or governments like the official government of the Syrian Arab Republic and civil society organizations. A next step will be taken to understand more how could nature affect human mental health and to determine an effective approach leading to better healthier urban planning design for the city of Homs in Syria.

References

1. *Maslow, A.H.* (1943). "Psychological Review 50 (4) 370–96 –A theory of human motivation". URL: http://psychclassics.yorku.ca.
2. *Simons, J.A., Irwin, D.B., & Drinnin, B.A.* (1987). Psychology: The search for understanding. St. Paul: West Pub.
3. *Max-Neef, M.A., Elizalde, A., & Hopenhayn, M.* (1991). Human scale development: Conception, application and further reflections. New York: The Apex Press.
4. *Tang, T.L.; West, W.B.* (1997). "The importance of human needs during peacetime, retrospective peacetime, and the Persian Gulf War". International Journal of Stress Management 4 (1): 47–62.
5. *Goble, F.* (1970). The third force: The psychology of Abraham Maslow. Richmond, CA: Maurice Bassett Publishing. Pp. 62.
6. The Anxiety and Depression Association in America. (August, 2015). Posttraumatic Stress Disorder (PTSD). Retrieved March 28, 2016, from http://www.adaa.org/understanding-anxiety/posttraumatic-stress-disorder-ptsd.
7. American Psychological Association. (n.d.). Post-traumatic Stress Disorder. Retrieved March 28, 2016, from http://www.apa.org/topics/ptsd/.

8. Mayo Clinic. (April 15, 2014). Post-traumatic stress disorder (PTSD). Retrieved March 26, 2016, from http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/post-traumatic-stress-disorder/basics/definition/con-20022540.
9. Post-traumatic stress disorder (PTSD) and war-related stress. (2006). Ottawa: Veterans Affairs Canada.
10. *Alcock, I.* (2014, January 16). Green cities provide a mental health boost that lasts. Retrieved March 28, 2016, from http://theconversation.com/green-cities-provide-a-mental-health-boost-that-lasts-21901.
11. Using the PTSD Checklist for DSM-IV (PCL). (2014, January). Retrieved March 29, 2016, from http://www.ptsd.va.gov/professional/pages/assessments/assessment-pdf/pcl-handout.pdf.
12. *Kerdie, A.* (2016, March 25). [Online interview]. Assistant Manager in Syrian Researchers.
13. Participate in this survey to estimate PTSD rates in Syria. (2016, March 27). Retrieved March 30, 2016, from https://www.facebook.com/Syrian.researchers/posts/1013816942033276.
14. International Society for Traumatic Stress Studies. (n.d.). Posttraumatic Stress Disorder Checklist. Retrieved March 30, 2016, from http://www.istss.org/assessing-trauma/posttraumatic-stress-disorder-checklist.aspx.

Pushkarev I.A., master's degree student, e-mail: pia10no@mail.ru;
Berezina M.D., senior teacher, e-mail: marina_berezina_@inbox.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Structural elements of protection against vibration of construction systems with mobile loadings

Abstract: In the article the structure of various constructions with mobile loadings is considered: buildings, bridges, transport, pipelines, etc. The structure of constructions is added with the generalized elements of protection against vibrations irrespective of options of their design versions. Thus, the structure analysed is a basis for the further functional and structural analysis.

Keywords: constructions, mobile loadings, protection against vibrations, functional and structural analysis.

Nowadays, the number of various machines, mechanisms and the equipment grows in modern buildings and constructions. Engineering systems of buildings become complicated and the power consumed by them increases. All this leads to additional loadings, often of oscillatory character. It should be noted, that numerous sources of vibration in the majority can be reduced to mobile loadings.

The system with mobile loadings includes a construction (object), a mobile loading and a system of protection [1]. Objects can be: bridge constructions; motor transport; railway transport (including trains with an electromagnetic suspension, ropeways, monorail, string, etc.); tunnels and pipelines; buildings and constructions.

Systems (objects) can be combined: so, engineering systems, in itself being separate objects, can be a part of other objects. Engineering systems and the equipment of buildings and constructions include: systems of water supply and water disposal, heating, ventilation, conditioning; refuse chutes; escalators, elevators, etc.

All objects are exposed to different types of loadings. Soil can also be a source of fluctuations which are caused by seismic and construction processes, transport, etc. Engineering systems and the equipment are also a source of noise and vibration. A source of fluctuations and even destructions of systems are high speeds of the moved environment, hydraulic shock [2], limit conditions of the heat carrier, etc. Besides that, the equipment, vehicles, etc. are also a source of vibrations. In relation to buildings of civil purpose it is possible to call such sources of mobile loadings as the stationary and repair equipment, radiation, transport, the working environment moved on pipelines.

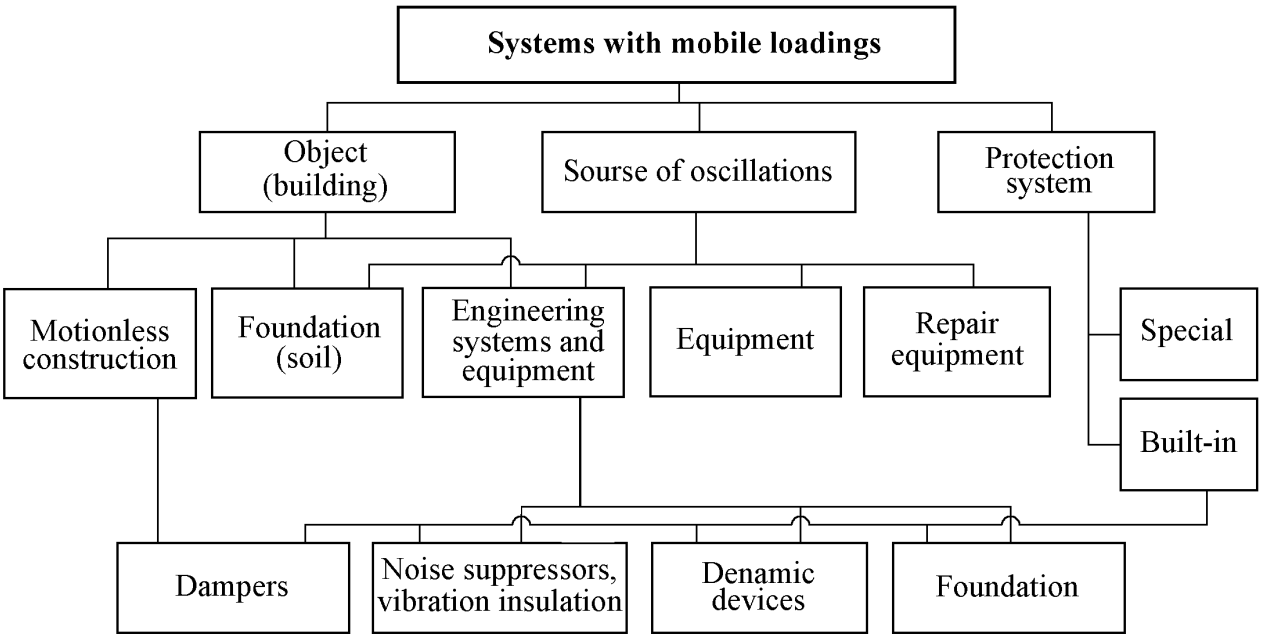


Fig. Structural elements of protection against vibration of systems with mobile loadings

The systems of protection are provided for protection of buildings and constructions against different types of mobile loadings and adverse factors. Conditionally the system of protection can be divided into built-in and special. Motionless constructions can be designed so that they carry out the function of the adjusted mass dampers protecting high-rise buildings from power impact of a wind; engineering systems provide installation of noise suppressors on air ducts, noise-attenuating panels, application of vibration insulation, the vibrobases, floating floors, etc. at placing of various equipment; various devices for decrease in vibroactivity of a source (dynamic devices) are used. The special system of protection means special devices and equipment: lightning rods, drainpipes, systems of an electrical heating, reflecting coverings, cattle roofs, etc. Special events can consist, for example, of a choice of the law of the movement of a working surface of the locking fittings at hydraulic shock [2, 3].

A variety of protection means assumes their selection from a number of alternatives [4] which is expedient for conducting by means of methods of the functional and structural analysis [5, 6]. Such search includes a number of stages, and the first is the analysis of structure of the considered system [7, 8]. A search result, as a rule, is the technical solution which is the best according to the put requirements. So, for example, rotor of a wind turbine [9]; folding surfaces [4, 10], etc. were chosen.

The main structure of system with mobile loadings is presented in the article [1]. In figure this structure is added with structural elements of protection against system vibrations with mobile loadings.

The structure presented in figure allows to present system with mobile loadings as the ordered sequence of elements and relations between them giving an idea of structure of object material component, their main interrelations and levels of hierarchy. Here the generalized elements of structure irrespective of options of their execution, without specific features are presented.

Thus, the analysed structure is a basis for creation of detailed structural model, and further functional model [12, 13] and full functional and structural model of object which will allow to conduct search and a selection of the most rational device of vibroprotection of construction systems against the vibrations caused by mobile loadings.

References

1. *Pushkarev A.E., Pushkarev I.A.* Structure of construction systems with mobile loadings and elements of protection against vibration // The Electronic Scientific Journal. – 2015. – No. 2(2). – pp. 235–238.
2. *Pushkareva T.A.* Hydraulic shock and motion law selection for pipeline valve working surface // The Electronic Scientific Journal. – 2015. – No. 1(1). – pp. 115–119.
3. *Pushkareva T.A., Volkova D.A.* Motion law selection for pipeline valve locking body // Young scientists – to acceleration of scientific and technical progress in the XXI century: materials of III All-Russian scientific and technical conference of graduate students, undergraduates and young scientists with theinternational participation: electronic scientific edition. Responsible for issue: A.P. Tyurin, A.N. Dombrachev, 2015. – pp. 506–510.
4. *Grinberg V.N., Pushkarev A.E.* Structure and dynamics of folding aerodynamic surfaces of aircraft // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 2001. – No. 1. – p. 34–41.
5. *Pushkarev I.A.* Functional and structural model of a heat supply of buildings with use of nonconventional power sources // Forth Forum of Young Researches. In the framework of International Forum "Education Quality-2014": Conference Proceedings. Editorial board: Boris Yakimovich; Yury Turygin. – Izhevsk: Publishing House of Kalashnikov ISTU, 2014. – pp. 225–227.
6. *Pushkarev I.A.* Functional and structural model of heat supply of buildings when using the thermal pump // Science. Technologies. Innovations: Materials of the All-Russian scientific conference of young scientists in 11 parts. – Novosibirsk: NSTU, 2014. – T. 5. – pp. 45–47.

7. *Pushkarev I.A.* Structural and functional models of the thermal pump // Fundamental and Applied Researches: problems and results. – 2013. – No. 4. – pp. 186–191.
8. *Pushkareva T.A.* Structure of pipeline transport system // Fundamental and Applied Researches in the Modern World. – 2015. – No. 12-1. – pp. 70–72.
9. *Morozov D.A., Pushkarev A.E.* Rotor of a wind turbine. Patent for useful model RUS 90850 24.07.2009.
10. *Grinberg V.N., Pushkarev A.E.* Synthesis of the mechanism for opening of folding surfaces of aircrafts and spacecrafts // Journal of Machinery Manufacture and Reliability. – 1998. – No. 2. – pp. 30–35.
11. *Pushkarev A.E., Pushkareva L.A.* Functional model of the machine unit // Science of Udmurtia. – 2009. – No. 9. – pp. 197–201.
12. *Pushkarev A.E., Pushkarev I.A.* Functional approach to research of vibroprotection of construction systems with mobile loadings // Fundamental and Applied Researches in the Modern World. – 2015. – No. 12-1. – pp. 67–70.

Абросимова М.В., магистрант, e-mail: mv.abrosimova@ya.ru;
Изюрьева И.А., кандидат культурологии, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проблемы инвестирования жилищного строительства Удмуртской Республики

Аннотация: В статье рассмотрены основные показатели уровня жилищного строительства в Удмуртской Республике: объемы ввода жилья, обеспеченность жильем населения, уровень благосостояния семей. Исследованы действующие механизмы инвестирования в жилищный сектор и выявлены основные проблемы.

Ключевые слова: жилищное строительство, показатель обеспеченности жильем населения, объем ввода жилья, долевое строительство, ипотечное кредитование, жилищные программы

В рейтинге регионов Российской Федерации по темпам роста строительства жилья в 2014 г. Удмуртская Республика с объемом ввода жилья в 631,0 тыс. м^2 занимает лишь 41-е место, в то время как в десятку лидеров жилищного строительства входят территориальные соседи Удмуртии: Республика Башкортостан (2651 тыс. м^2) и Республика Татарстан (2404,2 тыс. м^2).

Кроме того, среди регионов Приволжского федерального округа Удмуртская Республика занимает последнее место по обеспеченности жильём населения: в среднем на каждого жителя республики приходится 21,2 м^2 жилья, в то время как в Саратовской области данный показатель равен 27,1 м^2, в Пензенской – 26,5 м^2, в Мордовии – 26,0 м^2 (рис. 1).

Правительством Российской Федерации установлено, что в год на одного человека необходимо строить не менее 1 м^2 жилья. В Удмуртской Республике проживает 1,517 тыс. человек, в среднем на каждого жителя в год строится по 0,4 м^2 жилья, что не составляет и половины от нормативного показателя.

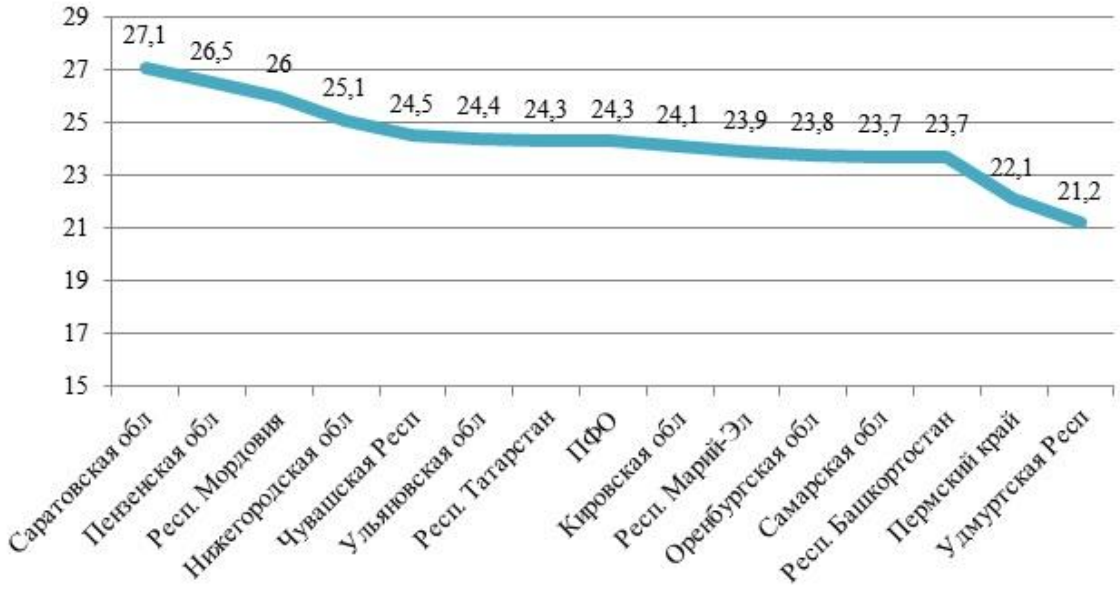


Рис. 1. Обеспеченность населения жильем в ПФО

Уровень жилищного строительства региона напрямую зависит от уровня жизни населения. По данным Федеральной службы государственной статистики на 2014 г. средняя заработная плата россиян составляла 32600 руб. В Удмуртии доходы населения намного ниже, чем по стране в целом, 22000 руб. Благосостояние семей выражается остатком денежных средств после минимальных расходов в месяц. Для семей с двумя детьми остаток средств составляет 17929 руб., с тремя детьми – 10854 руб. в Удмуртской Республике, средние показатели по Российской Федерации 32352 руб. и 24600 руб. соответственно. Исходя из этих данных, следует, что уровень жизни населения Удмуртии ниже среднего по стране.

Как правило, в жилье нуждаются многодетные семьи, жильцы аварийных домов, молодые семьи. Основную долю нуждающихся в жилье составляют молодые семьи: на начало 2013 года на учёте на получение жилья и улучшение жилищных условий состояло 19,6 тыс. семей.

Несмотря на разнообразие схем финансирования жилищного строительства, в Удмуртской Республике, как и во многих регионах Российской Федерации, действуют механизмы долевого строительства и ипотечного кредитования посредством различных жилищных программ.

Главной проблемой механизма долевого строительства в Удмуртии остается вопрос с обманутыми дольщиками, которых к 2014 г. осталось 363 человека. Для решения данной проблемы в июне 2014 г. Государственным Советом Удмуртской Республики принят Закон «О мерах по защите прав граждан – участников долевого строительства многоквартирных домов на территории Удмуртской Республики, пострадавших от действий (бездействия) недобросовестных застройщиков». Закон принят в целях защиты прав и законных интересов граждан-участников долевого строительства многоквартирных домов на территории Удмуртской Республики, перед которыми организациями, осуществлявшими строительство указанных домов, не исполнены договорные обязательства по строительству и передаче им жилых помещений в собственность.



Рис. 2. Уровень благосостояния семей в РФ

«Законопроектом предусматривается предоставление бесплатно земельных участков для жилищного строительства добросовестному застройщику, взявшему на себя исполнение обязательств по обеспечению прав участников строительства, пострадавших от действий (бездействий) недобросовестных застройщиков» [1]. Благодаря данному законопроекту удалось обеспечить жильем около 100 пострадавших дольщиков. Однако, решение проблемы осуществляется очень медленными темпами, что, в свою очередь, тормозит развитие жилищного сектора республики.

К тому же, с 1 января 2016 г. вступает в силу новый механизм долевого строительства с участием банка в качестве посредника между покупателем и застройщиком. Посредничество банка, несомненно, приведет к повышению стоимости жилья и уменьшению его доступности.

В целом, полная отмена долевого строительства негативно скажется на строительном рынке: сократятся объемы строительства, следовательно, вырастут цены.

Наряду с долевым строительством в Удмуртии широко распространен механизм ипотечного кредитования. Механизм ипотеки в Республике представляют 12 банков по действующим 88 программам. «Ставки по ипотеке в Удмуртской Республике находятся в диапазоне 9,40–22,00 % годовых» [2]. Минимальный первоначальный взнос по ипотеке составляет 0 %. Срок ипотечного кредитования может достигать 50 лет.

На территории Удмуртии сейчас действуют несколько жилищных программ:

- «Жилье для российской семьи».

- «Молодежная квартира».
- Продолжается компенсация процентной ставки молодым семьям, которые ранее взяли ипотечные кредиты по программе «Жилье для молодых семей». На эти цели в республиканском бюджете предусмотрено 460 млн. рублей.

Программа «Молодежная квартира» разработана вместо ранее действующей программы «Жилье для молодых семей». В ней вместо компенсации процентной ставки теперь предлагается субсидия. Субсидия предоставляется в размере не более 10 % от расчётной стоимости жилья, но не менее 200 тысяч рублей. Программа распространяется на молодые семьи, которые не успели поучаствовать в предыдущей программе. Возраст каждого из супругов не должен превышать 35 лет и один из них должен работать в бюджетной сфере. Кроме этого, для признания нуждающимися в улучшении жилищных условий на каждого члена семьи должно быть не больше 10 кв. метров. Кроме субсидирования, программа предусматривает социальную выплату. Она дается семье, в которой родился третий ребенок (или уже был на момент заключения договора), и ранее человек воспользовался субсидией. С помощью такой выплаты можно погасить остаток долга по ипотеке. Размер выплаты – 300 тысяч рублей, но не больше, чем остаток основного долга.

Программа «Жилье для российской семьи» предусматривает строительство жилья по стоимости более низкой, чем рыночная. Участвовать в программе могут практически все, кто стоят в очереди на улучшение жилищных условий.

В основном, ипотечные программы с государственной поддержкой распространяются на молодые семьи и предлагают жилье эконом-класса. Иные ипотечные предложения банков имеют высокие ставки (от 14 % годовых) и жесткие условие кредитования.

Таким образом, низкие показатели уровня жилищного строительства в Удмуртской Республике и отсутствие альтернативного ипотечному кредитованию варианта инвестирования говорят о недостаточной эффективности существующих механизмов инвестирования в рассматриваемую статьей сферу.

Список литературы

1. Закон УР от 10 июня 2014 года №42-РЗ «О мерах по защите прав граждан-участников долевого строительства многоквартирных домов на территории Удмуртской Республики, пострадавших от действий (бездействий) недобросовестных застройщиков». – URL: http://base.consultant.ru/regbase/cgi/online.cgi?req=doc;base=RLAW053;n=66450 (дата обращения: 10.02.2016).
2. Ипотека в Ижевске и Удмуртской Республике. – URL: http://www.ipohelp.ru/programs/2600000.html (дата обращения: 10.02.2016).
3. Рейтинг регионов РФ по качеству жизни поддержкой. – URL: http://vid1.rian.ru/ig/ratings/life_2014.pdf (дата обращения: 15.02.2016).
4. Уровень обеспеченности населения жильем. – URL: http://kpfu.ru/docs/F1077402160/21.Uroven.obespechennosti.naseleniya.zhilem.Itog.pdf (дата обращения: 15.02.2016).

5. Распоряжение Правительства РФ от 08.11.2014 г. №2242-р «О стратегии развития ипотечного жилищного кредитования в РФ до 2020 г.». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_170916/ (дата обращения: 15.02.2016).

Акбарова Г.Х., магистрант гр. М04-506-1, e-mail: gulnaz44@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. архитектуры, доцент e-mail: l.i.ivshina@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Реновация промышленной территории под многофункциональный жилой комплекс на примере завода «Редуктор» в г. Ижевске

Аннотация: В статье выявлена проблема нехватки жилья в г. Ижевске. Низкая обеспеченность жилой площадью – это дилемма не только г. Ижевска, но и страны в целом. В рамках государственной программы «Жилье для российской семьи», целью которой является обеспечение населения доступным жильем, рассмотрена возможность решения данной проблемы без использования ценных земель, «зеленых зон», без применения точечной застройки. В качестве перспективных площадок для развития жилищного строительства рассмотрены территории бывших промышленных предприятий. В настоящее время они заняты торговыми центрами, складами либо находятся в заброшенном состоянии. Отмечены негативные последствия такого одностороннего подхода к использованию исторических и градостроительно важных территорий. В статье более подробно рассматривается территория бывшего завода «Редуктор», его градостроительное положение, история и состояние на сегодняшний день. Даются предложения по альтернативному использованию данной зоны - её реновация под жилое многофункциональное пространство. Представлены возможные способы изменения структуры территории. Такой путь позволит задействовать оставленные заводом земли более эффективно, решить проблему с дефицитом жилья и сделать среду более привлекательной и комфортной.

Ключевые слова: обеспеченность жильем, реновация, промышленные территории, торговый центр, многофункциональный жилой комплекс.

Потребность в жилище всегда была одной из первостепенных, так как обеспечивает безопасность человеку и уверенность в будущем.

Существующая обеспеченность жильем населения г. Ижевска на 2014 год составляет 21,2 м^2 на 1 жителя [1]. Данный показатель близок по значению среднему по Удмуртии. По России общая площадь жилых помещений, приходящаяся на 1 жителя, составляет около 24 м^2. Для сравнения в Швеции – 42 м^2 на 1 человека, в Германии – 40 м^2, в Таджикистане – на 2005 г. 8 м^2 [2, 3]. Таким образом, по мировым меркам обеспеченность жильем населения в г. Ижевске имеет хороший показатель, а по европейским – низкий. Отчетливо встает проблема нехватки в жилье. Причем, в жилье доступном, экономичном, так как число людей, способных приобрести элитное жилье, уменьшается в связи с ус-

тойчивым развитием кризиса в стране. А для молодых семей проблема приобретения собственного жилья актуальна в любое время.

Повышение доступности жилья и усовершенствование условий жизни населения являются приоритетными задачами государственной политики. В настоящее время действует государственная программа «Жилье для российской семьи», которая осуществляется согласно правительственной программе Российской Федерации «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» на основании Постановления Правительства РФ от 05 мая 2014г. Задачами данной программы являются:

- содействие отдельным категориям граждан, нуждающимся в улучшении жилищных условий;
- увеличение объемов строительства жилых домов в Российской Федерации;
- повышение доступности жилья за счет снижения средней стоимости одного квадратного метра жилья [4].

Вместе с этим, г. Ижевск изобилует территориями бывших заводов, складов, которые можно использовать под строительство многофункциональных жилых пространств. Это также актуально ввиду обострившейся проблемы точечной застройки, возникновения хаоса в панораме городских построек. Использование бывших промышленных территорий позволит сохранить более ценные земли, остановить разрушения ландшафта, создать новые рекреационные, парковые зоны [5].

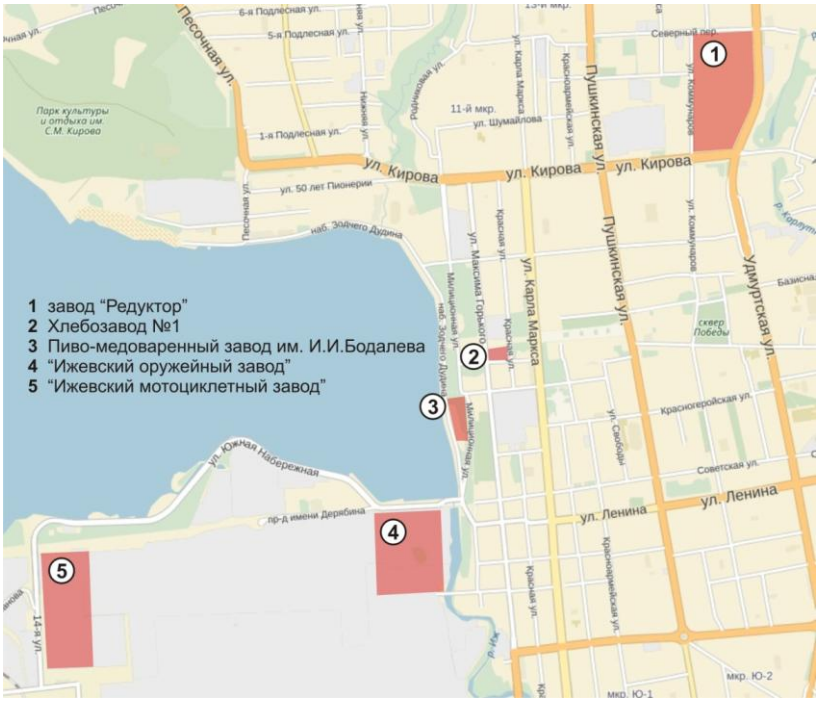


Рис. 1. Расположение некоторых территорий бывших заводов г. Ижевска

На рис. 1 представлены некоторые территории бывших заводов г. Ижевска – это часть территории завода «Редуктор», «Пиво-медоваренный завод им. И.И. Бодалева», территория Главного корпуса «Ижевского оружейного завод», территория «Хлебозавода №1», «Ижевского мотоциклетного завода» и др. Даже непрофессиональный взгляд может отметить состояние данных территорий как плачевное, заброшенное. Поэтому вопрос рационального использования таких территорий в настоящее время очень актуален.

В данной статье внимание уделено бывшему заводу «Редуктор», территория которого ограничена с севера переулком Северным, с юга – ул. Кирова, с запада – ул. Коммунаров, с востока – ул. Удмуртской (рис. 2). Местность занимает центральное градостроительное положение на пересечении крупных дорожных магистралей.



Рис. 2. Ситуационный план территории завода «Редуктор»

Завод «Редуктор» – одно из старейших предприятий г. Ижевска 60-х годов 19 века. За свою долгую историю завод специализировался на кузнечном, слесарном, ружейном производстве. После 1917 года предприятие занималось чугунолитейным делом, а производство редукторов началось лишь после окончания Великой Отечественной войны (рис. 3). В 2007 году с развитием компании произошло перемещение производственных площадок за пределы г. Ижев-

ска. Смыслом такого мероприятия было выведение экологически небезопасного производства на периферию города [6].



Рис. 3. Здание чугунолитейного завода в послереволюционное время

Сейчас эти территории частично заброшены, сданы в складское пользование или проданы под торговые нужды. Занимая центральное положение, эти бывшие промышленные зоны не представляют собой исторической и эстетической ценности (рис. 4).

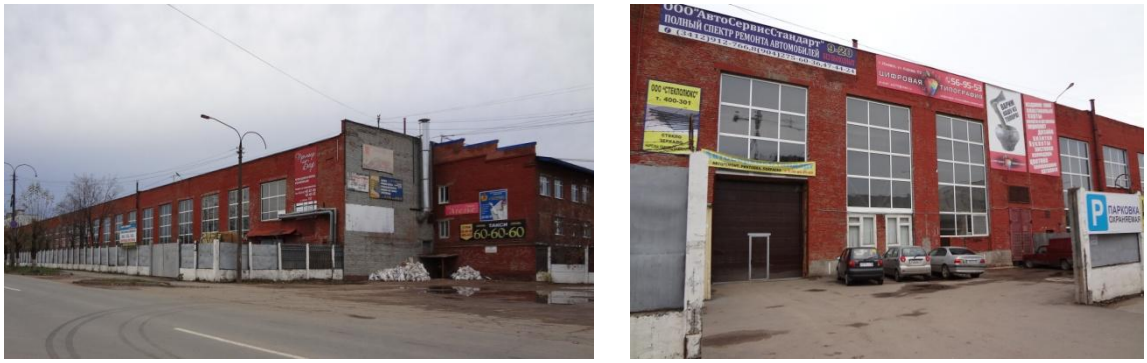


Рис. 4. Одно из зданий бывшего завода «Редуктор» в настоящее время

Территория завода «Редуктор» благодаря своей обширной площади (около 18 га) и выгодному градостроительному положению имеет уникальный потенциал для развития на ней более полезных и социально-значимых объектов, чем магазины и склады. Человек, окруженный сплошными торговыми центрами, теряет значимые целевые установки, его жизненное кредо направленно на бесконечное потребление, а не на созидание. Среда имеет немаловажное значение в формировании личности. Депрессивная среда рождает безынициативное равнодушное население, в среде потребления вырастает интеллектуально слаборазвитый человек. Превращение больших заводских территорий в территории складов, перемежающихся с торговыми центрами, не решает ни социаль-

ных, ни градостроительных, ни эстетических, ни экологических проблем. Столь нерациональное и невостребованное в данном месте использование территории подводит нас к осознанию необходимости ее реновации с перспективой размещения многофункционального жилого комплекса, информационно наполненного, комфортного, экологичного. Человек в такой среде будет иметь в близкой доступности множество возможностей для развития, общения, самореализации.

Реновация территории может производиться как с использованием существующих конструкций, так и с полным сносом зданий. Первый способ позволит значительно сэкономить на строительстве и соответственно на стоимости 1-го квадратного метра жилья. В случае же физического и морального износа конструкций существующих зданий, возникнет необходимость в полном замещении построек [7].

Реновация промышленных зон позволит частично решить проблему нехватки жилья, исключить негативные последствия точечной застройки, сокращающей «зеленые» зоны города, позволит использовать комплексный подход в проектировании и строительстве жилья, создать единый архитектурный облик города [5]. Решая жилищную проблему, реновация также предлагает альтернативу избитым торговым центрам, которые так быстро занимают территории бывших заводов.

Список литературы

1. Жилищные условия населения [Электронный ресурс] // Удмуртстат [Сайт]. – URL: http://udmstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/udmstat/resources/768d300040fed4b086bde7367ccd0f13/Жилищные+условия+населения+2002-2014.pdf (дата обращения: 04.02.2016).
2. Жилье в России [Электронный ресурс] // Руксперт [Сайт]. – URL: http://ruxpert.ru/Жильё_в_России (дата обращения: 12.02.2016).
3. Обеспеченность населения жильем в России и некоторых других странах мира [Электронный ресурс] // rusfact.ru [Сайт]. – URL: http://rusfact.ru/node/28 (дата обращения: 12.02.2016).
4. Жилье для российской семьи [Электронный ресурс]. – URL: http://программа-жрс.рф/about/general_condition/ (дата обращения: 18.01.2016).
5. *Котенко И.А., Токарева В.А.* Реновация бывших промышленных территорий // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2015. – №3(20). – С. 47–52.
6. История компании [Электронный ресурс] // ГП «Редуктор» [Сайт]. – URL: http://izh-reduktor.ru/about/history/ (дата обращения: 02.03.2016).
7. *Силогаева В.В.* Реалии и перспективы развития реновации промышленных территорий украинских городов на примере г. Запорожья // Технические науки – от теории к практике: сб. статей по материалам XXXVII междунар. науч.-практ. конф. – №8(33). – Новосибирск : Изд. «СибАК», 2014. – С.70–76.

Акимова Е.О., бакалавр, e-mail: katerinablank@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Библиотека как центр социального притяжения

Аннотация: В данной статье раскрыта тема, актуальная на сегодняшний день – изменение структуры и функций библиотек под влиянием социальных факторов и внедрения новых технологических решений во все сферы жизни человека.

Целью данной статьи является изучение разнообразия тенденций развития библиотечного пространства в будущем, возможности и актуальность этих тенденций, а также определение на основании изученной темы наиболее целесообразного пути развития образа современной библиотеки.

Существует множество вариантов развития образа публичной библиотеки в будущем: библиотека-музей, мультимедийный центр, хранилище ощущений, клуб живого общения, центр сохранения локальной культуры, «зелёная библиотека».

При любом варианте развития библиотечного пространства, библиотека должна отвечать ряду критериев, определяющих её социальную полезность. Критерии оценки социальной полезности библиотеки, приведенные в статье: участие в решении социальных проблем, ориентированность на повышение качества жизни пользователей услуг, высокое качество и доступность, соответствие предоставляемых услуг требованиям современного информационного общества, результативность действий, направленных на продвижение чтения, участие пользователей услуг в формировании читательской среды.

В статье рассмотрены наиболее распространенные варианты развития библиотечного пространства – монофункциональный и полифункциональный. Приведены примеры существующих библиотек данных вариантов развития.

Материалы, приведенные в статье, позволяют сформулировать выводы о том, какой должна быть библиотека в будущем. Она должна представлять собой центр развития населения, притягивать посетителей разнообразием своих функций, быть местом коммуникации населения. Монофункциональный тип развития в полной мере отвечает запросам современного общества, и поэтому он является наиболее перспективным вариантом изменения библиотечного пространства.

Ключевые слова: библиотека, актуальность, тенденции развития, социальная полезность, монофункциональность, полифункциональность, общественная значимость, мировая практика.

Библиотека (греч. Bibliotheke) – книгохранилище, учреждение, основная цель которого – сбор и хранение книг для общественного книгопользования. [1]

В данное время библиотеки, единственная функция которых – предоставление доступа к книгам, не актуальны, так как, благодаря техническому прогрессу, человеку гораздо проще найти нужную информацию посредством интернета, либо скачать ее на электронный носитель.

Чтобы понять, почему монофункциональные библиотеки теряют своего посетителя, нужно понять, зачем посетитель приходит в библиотеку, что он ищет, находит ли он это. Каждый человек ищет в библиотеке что-то свое. Поль-

зователи услуг библиотеки – разнообразны, у всех них – разные культурные запросы. Пространство библиотеки в наши дни должно учитывать интересы всех своих посетителей. Требует переосмысления образ библиотеки, как публичного пространства.

Можно выделить несколько тенденций развития образа публичной библиотеки:

1. Библиотека-музей. Идея такого развития заключена в том, что библиотечное пространство останется в «законсервированном» состоянии, со временем превратится в музей, куда посетители будут приходить, чтобы увидеть множество «настоящих бумажных книг», ощутить их запах, атмосферу самой библиотеки «из прошлого».

2. Мультимедийный центр. Внедрение технического прогресса в библиотечное пространство-еще одна тенденция развития библиотеки. При таком ходе развития в библиотеках будут применяться высокотехнологичные средства визуализации, позволяющие отображать разнообразный мультимедийный контент.

3. Хранилище ощущений. Информацию в такой библиотеке можно будет воспринимать посредством пяти органов чувств.

4. Клуб живого общения. Превращение библиотек в многофунциональный культурный центр.

5. Центр сохранения локальной культуры. Библиотеки будут являться местом для хранения национального языка и индивидуальной культуры конкретного района. [2]

6. «Зеленая» библиотека. Идея подразумевает участие библиотеки в защите окружающей среды. Эта идея развития, наряду с идеей преобразования библиотечного пространства в культурный многофункциональный центр, уже находит свое практическое применение в мировой практике. Примером этого направления может служить библиотека в Сингапуре, в которой все наполнение сделано из отходов, подвергнутых переработке.

Несмотря на то, что, образ библиотеки в данный период времени претерпевает существенные изменения, главной функцией библиотеки по-прежнему является собирание, хранение, предоставление в пользование литературы.

Деятельность библиотеки должна быть ориентирована на увеличение численности читающего населения, что служит повышением качества жизни социума. Социальную полезность библиотеки оценивают по ряду критериев:

1. Участие в решении социальных проблем. Библиотека должна принимать участие в мероприятиях общественного и культурного назначения, направленных на повышение культуры чтения населения.

2. Ориентированность на повышение качества жизни пользователей услуг. Должны отслеживаться интересы читателей, на базе этого – составляться списки рекомендованных к прочтению книг. Также должны проводиться внутрибиблиотечные мероприятия, основная цель которых – обмен негативным и позитивным опытом между читателями. Библиотека должна информировать

читателей о новых поступлениях, акциях, мероприятиях, которые связаны с продвижением чтения.

3. Высокое качество и доступность. Оптимизация рабочего процесса библиотеки может быть достигнута путем использования информационных систем в структуре работы библиотеки.

4. Предоставляемые услуги должны соответствовать требованиям современного информационного общества. В библиотеке должен проводиться анализ читательской компетентности, устраиваться мероприятия, направленные на увеличение общекультурной и читательской компетентности. Так же в современной библиотеке должны использоваться новаторства в сфере информационных технологий.

5. Результативность действий, направленных на продвижение чтения. Основные показатели результативности деятельности библиотеки отслеживаются путем ведения читательского учета, сбора отзывов посетителей о работе библиотеки, анализ отзывов, фиксации и анализа сведений о посещаемости электронных ресурсов библиотеки, анализа текущего спроса на те, или иные ресурсы библиотеки.

6. Участие пользователей услуг в формировании читательской среды. На базе библиотеки должны функционировать читательские объединения. [3]

Распространенный вариант развития библиотеки – сохранение единственной главной функции и использование новых технологических решений во всех сферах функционирования – от взаимодействия библиотеки с читателями, до модернизации внутрибиблиотечных работ.

В качестве примера современной библиотеки монофункционального типа можно привести библиотеку в Норвегии. Несмотря на монофункциональность, эта библиотека социально привлекательна, благодаря минимализму и параметрике, использованным в дизайне интерьера библиотеки. [4]

Еще один пример современной библиотеки, единственная функция которой- получение информации путем чтения – библиотека в Штутгарде. Эта библиотека привлекает читателей своей уникальной архитектурой – здание выполнено в виде белоснежного куба, оригинальным дизайном и большой коллекцией книг. [5]

Примеры современной библиотеки монофункционального типа – это единичные случаи в мировой практике, так как вариант полифункционального развития библиотечного пространства более востребован обществом.

Современные реалии заставляют пересмотреть культурные и социальные функции, которые в настоящее время реализует библиотека. Пространство библиотек должно быть переосмыслено, так как привычный образ библиотеки уже не является центром социального притяжения населения.

Современная библиотека должна быть общественным культурным центром, в котором, кроме чтения книг, можно проводить конференции, встречаться с друзьями, посещать выставки, творческие объединения, мероприятия, ориентированные на повышение общей культуры человека. Пространство библиотеки должно являться местом, где найдено гармоничное соотношение между

традициями и новаторством. Наполнение библиотеки должно отвечать интересам разных социальных групп населения, людей разных возрастов.

И на Западе, и в России уже проявляется тенденция изменения библиотечного пространства, наполнение его новыми культурными и социальными функциями.

Например, Дейхманская библиотека в Осло. Наравне с привычными залами для чтения здесь располагаются кафе, выставочные залы, конференц-зал, кинозал, книжный магазин. Библиотека работает круглосуточно, в режиме самообслуживания. [6]

Еще один пример реорганизации привычного пространства библиотеки- Национальная библиотека имени В.И. Ленина в Беларуси. Интересен не только архитектурно-художественный образ здания – «бриллиант», но и наполнение пространства библиотеки: здесь устроена обзорная площадка, куда ведет стеклянный лифт, устроенный по внешней стороне фасада, около 20 читальных залов, конференц-залы. Достоин внимания процесс получения книги читателем-все читальные залы оснащены системой тонких рельсов, по которым перемещаются мини-вагончики, доставляя читателю заказанную книгу из недр здания. Эти новаторства в наполнении библиотечного пространства, несомненно, повышают социальную привлекательность здания. [7]

Яркий пример публичной библиотеки полифункционального типа – библиотека в Амстердаме. В ней читальные залы соседствуют с музеями, театром, выставочным залом, кафе, конференц-залами, радиостанцией и рестораном. Такое функциональное наполнение библиотечного пространства позволяет данной библиотеке быть центром социального притяжения населения. [8]

Деятельность библиотеки должна быть тесно связана с жизнью общества. Библиотека должна представлять собой центр развития населения, при этом, она должна притягивать посетителей разнообразием своих функций, быть местом скопления людей. Что касается основной функции библиотеки – должны быть созданы условия, при которых посетитель хотел бы не только получать информацию посредством применения новых технологий, но и общаться с «живой» книгой. Библиотека в наши дни должна быть местом, предоставляющим множество услуг: предоставление книг, аудио и видеоматериалов, комфортных площадок для чтения, просмотра и прослушивания. Посещение библиотеки должно быть дешевле, чем посещение других публичных мест проведения досуга. Полифункциональный тип устройства библиотеки подразумевает использование пространства под самые разнообразные культурно-досуговые функции – как площадки для выставок, семинаров, клубов детского и взрослого творчества.

Нужно отметить, что реструктуризация, реконструкция и новое строительство библиотек, отвечающих современным социальным, культурным и техническим требованиям находят свое применение преимущественно в Западных странах. Это связано с рядом факторов: финансирование со стороны государства, привлечение инвесторов (например, в США распространено такое понятие, как попечители библиотеки, в Европейских странах- спонсорство по отдельным проектам), заинтересованность и культурный уровень населения, по-

нятие о самом образе публичной библиотеки. Тем не менее, расширение функционала библиотек на данный момент находит себе применение в мировой практике, что несомненно должно повысить привлекательность библиотек для населения, тем самым увеличивая уровень культурного развития социума.

Список литературы

1. *Ушаков Д.Н.* Толковый словарь современного русского языка. – М.: Альта-принт, 2005. – 1216 с.
2. Библиотека будущего: 10 трендов развития по версии РИА Новости [Электронный ресурс] // РИА Новости [Сайт]. – Дата размещения: 19.04.2012. – URL: http://ria.ru/culture/20120419/630062745.html#ixzz3xfaKCQcv (дата обращения: 19.01.2016).
3. Критерии оценки социальной полезности библиотеки [Электронный ресурс] // Портал информационной поддержки руководителей учреждений культуры Cultmanager [Сайт]. – Дата размещения: 07.09.2015. – URL: http://www.cultmanager.ru/e-s/4211/ (дата обращения: 19.01.2016).
4. Креативная библиотека в Веннесле от Helen & Hard Architects [Электронный ресурс] // Design zoom [Сайт]. – Дата размещения: 16.08.2012. – URL: http://designzoom.ru/2012/08/16/kreativnaya-biblioteka-v-vennesle-ot-helen-amp-hard-architects/ (дата обращения: 19.03.2016).
5. Городская библиотека в Штутгарте, Германия [Электронный ресурс] // High quality room [Сайт]. – Дата размещения: 27.02.2012. – URL: https://hqroom.ru/gorodskaya-biblioteka-v-shtutgarte-germaniya.html (дата обращения: 19.03.2016).
6. *Шпилькин С.В.* Дейхманская библиотека [Электронный ресурс] // Вся Норвегия на русском [Сайт]. – URL: http://www.norge.ru/deichman_bib/ (дата обращения: 19.01.2016).
7. *Балашевич О.И.* "Алмаз" изнутри [Электронный ресурс] // Белорусский портал Новости TUT.BY [Сайт]. – Дата размещения: 27.01.2006. – URL: http://news.tut.by/society/63391.html (дата обращения: 18.03.2016).
8. Публичная библиотека в Амстердаме [Электронный ресурс] // Амстердам. Нидерланды [Сайт]. – Дата размещения: 25.04.2013. – URL: http://toamsterdam.ru/openbare-bibliotheek/ (дата обращения: 19.01.2016).

Акимова Е.О., бакалавр, e-mail: katerinablank@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Многоуровневые автопарковки в структуре города

Аннотация: В условиях современности проблема нехватки мест для парковки автомобилей в городской среде возникает повсеместно. Основной вариант решения данной проблемы – устройство автомобильных стоянок.

В данной статье изучены возможные варианты устройства автостоянок, приведены основные критерии, по которым можно классифицировать возможные варианты устройства автомобильных парковок: размещение автостоянки относительно уровня земли, этажность, способ межэтажного перемещения, организация и длительность хранения транспортных средств, размещение в зоне городской застройки, размещение автостоянки относительно объектов иного назначения, тип ограждающих конструкций, условия хранения автомобилей. Подробно рассмотрены наиболее применяемые виды автостоянок: надземные открытые, подземные, многоуровневые рамповые и механизированные. Приведены критерии, по которым можно классифицировать устройство рамп. Подробно рассмотрены существующие типы устройства конструкций механизированных автостоянок: зависимый метод, независимый метод, метод мобильных платформ и полуавтоматический метод, автоматический метод устройства. Также рассмотрены примеры устройства рамповых и механизированных автопарковок в мировой практике.

На основании рассмотренных данных определен наиболее перспективный вариант устройства автомобильных стоянок- многоуровневые механизированные автопарковки. Приведены основные преимущества данного вида автостоянок.

Изученные в статье данные показывают, что строительство многоуровневых парковок необходимо популяризировать.

Ключевые слова: автопарковка, классификация, открытая автопарковка, многоуровневая автопарковка, рамповая автопарковка, механизированная автопарковка, виды механизированных конструкций, мировая практика, городская среда.

Автопарковка – здание, сооружение, либо специально оборудованная открытая площадка, предназначением которой является хранение автомобилей. [1]

В современных городских условиях все больше людей предпочитают общественному транспорту и пешей ходьбе использование собственного средства передвижения – автомобиля. На дорогах города с каждым годом появляется все больше автомобилей, и обостряются проблемы, с этим связанные: загрязнение воздуха и придорожных земель, тепловое и шумовое загрязнение, ухудшается эстетичность городской среды.

Сейчас в России можно наблюдать критический дефицит мест для такой парковки автомобиля, которая была бы комфортна и для автовладельца, и для окружающих. У водителей зачастую нет выбора, где парковать свой автомобиль, так как большинство российских городских территорий застроено десятилетия назад, когда проблема нехватки парковочных мест еще не возникала.

Проблема устройства автомобильных парковок связана с тем, что под их строительство не предусмотрено достаточное количество городских земель, так как эта проблема возникла недавно и быстро прогрессировала.

Существует ряд критериев, по которым можно классифицировать автомобильную парковку. Основные из них: размещение автостоянки относительно уровня земли (над уровнем поверхности земли, под ним, комбинированные), этажность (одноэтажные, многоэтажные), способ межэтажного перемещения (механизированные, рамповые), организация (манежные, ячейковые, боксовые, комбинированные) и длительность хранения транспортных средств (сезонное,

временное, постоянное хранение), размещение в зоне городской застройки (вблизи объектов общегородского значения, в зоне городского транспорта, жилой и нежилой зонах), размещение автостоянки относительно объектов иного назначения (отдельно стоящие автопарковки, встроенные, пристроенные и комбинированные автопарковки), тип ограждающих конструкций (открытые, закрытые, комбинированные), условия хранения автомобилей (неотапливаемые, отапливаемые и комбинированные автопарковки).

Широкое распространение получили надземные открытые парковки. Такие парковки требуют для своего устройства наименьших затрат, но они имеют крупные недостатки: на их устройство требуется большая территория, автомобили не защищены от атмосферных осадков.

Так же на сегодняшний день распространены автостоянки, для устройства которых использовано подземное пространство. Такие автостоянки сохраняют эстетичность городского пространства и защищают автомобили от негативного влияния окружающей среды. Устройство подземных автостоянок не требует отдельной надземной территории, как правило, подземные автостоянки размещают под зданием. Подземные автостоянки – хорошее решение проблемы с размещением автомобилей, но его нельзя применить к большей части старой застройки.

В настоящее время в мировой практике появляется все больше примеров устройства многоуровневых автопарковок. Отличительная положительная черта таких парковок – использование минимума наземного пространства при возможности устройства большого количества парковочных мест. Специфической особенностью устройства многоуровневых автостоянок является необходимость организовать перемещение транспортного средства по вертикали. В зависимости от способа перемещения автомобилей внутри парковочного пространства, многоэтажные автостоянки делятся на рамповые и механизированные.

Рамповая автопарковка – автопарковка, в устройстве которой используют ряд пандусов (рамп), при помощи которых организовано перемещение автомобилей на собственной тяге внутри автопарковки с одного вертикального уровня на другой.

Конструктив и количество рамп, а также организация движения автомобилей на рампе влияют на планировочную структуру автостоянки. Устройство рамп можно классифицировать по множеству критериев: по расположению относительно объема здания – на внутренние и наружные; по форме в горизонтальной плоскости – на прямолинейные и криволинейные; по количеству полос движения автомобилей – на однопутные и двухпутные; по высоте подъема – на полные и полурампы; по характеру организованного движения – на прерывные и непрерывные; по организации движения потоков – на одноходовые и двухходовые; по взаимному расположению нескольких рамп в структуре автопарковки – на параллельные, перекрестные, раздельные, смежные.

В качестве примера многоуровневой рамповой автопарковки можно привести автопарковку в городе Туапсе. На 4 этажах с комфортом могут быть размещены 150 автомобилей. Парковка включает в себя моечный комплекс для ав-

томобилей. Территория автостоянки огорожена, автомобили находятся под охраной.

Механизированная автопарковка – автопарковка, в структуре которой перемещение транспортных средств в места для их хранения осуществляется механизированными устройствами.

В настоящее время наиболее распространены автопарковки, в конструкции которых используются механизированные или роботизированные устройства. Такие устройства подразделяются на многоярусные автоматические и многоярусные полуавтоматические (механизированные) автопарковки. К основным различиям между этими видами относятся степень автоматизации парковочного процесса и процесса выдачи транспортного средства, а также принцип устройства въезда и выезда автомобиля.

В автоматических автопарковках, имеющих несколько ярусов, процесс размещения транспортного средства и его выдачи полностью автоматизирован. Единственное действие, которое совершает водитель – это въезд в приемный отсек автопарковки. После того, как транспортное средство размещено в приемном отсеке, водитель выходит из автомобиля, и механизированные транспортеры перемещают транспортное средство внутри парковочного комплекса, доставляя его в ячейку для хранения в системе автопарковки.

На сегодняшний момент выделяют несколько типов устройства конструкции механизированной автостоянки:

1. Зависимый метод. Данный вид автоматической парковочной системы позволяет располагать несколько транспортных средств друг над другом на разных уровнях относительно поверхности земли, причем с верхней площадки нельзя выехать, если нижняя площадка занята другим транспортным средством. Преимущества такого вида парковочной системы заключаются в легкости их установки, малом потреблении энергии системой, хорошей износоустойчивости. Также устройство такой парковки не требует проведения сложных процедур по подготовке фундамента.

2. Независимый метод. Принцип действия данного типа автопарковок основывается на движении автомобильного подъёмника внутри башни. По обеим сторонам от подъемника располагаются места для хранения транспортных средств. При помощи лифта автомобиль доставляют на паковочное место, расположенное на одном из ярусов автопарковки.

Отличительная особенность данной автоматической парковочной системы заключена в том, что автомобили, находящиеся на верхних ярусах, могут покинуть парковку в любое время, независимо от того, заполнены ли нижележащие ярусы парковочной системы транспортными средствами. Такая автопарковка может быть устроена путем пристройки к существующему объекту, встроена в проектируемое здание, может быть отдельно стоящей конструкцией:

1. Метод мобильных платформ и полуавтоматический метод. Принцип работы данного вида автомобильной парковки заключается в смещении платформ всего уровня по горизонтали. По обе стороны данной системы располагаются подъёмники, обеспечивающие вертикальное перемещение конструк-

ции. Автомобиль заезжает на платформу, движение которой осуществляется и по горизонтали, что подходит для узких въездов. В конструкции данной автостоянки может быть установлена поворотная платформа, стоящая отдельно, или поворотный и разворотный механизм, обеспечивающие дополнительное удобство использования данной системы. Устройство автопарковки данного типа применимо для, ограниченных по ширине площадей, предусмотренных для размещения автомобилей, а также для малых и средних площадей, отведенных для размещения автостоянки.

2. Автоматический метод. Данная автоматическая парковочная система предусматривает полностью автоматизированный процесс парковки автомобиля. Весь цикл работ проводится без участия человека. [2] Принцип действия основан на работе движущихся в вертикальной плоскости подъемников и перемещающихся роботизированных транспортеров в горизонтальной плоскости. Работа подъемников и транспортеров осуществляется одновременно на разных уровнях. Роботизированные устройства совершают процесс парковки транспортного средства в автоматическом режиме. Данная автопарковка может быть встроенной в здание иного назначения и отдельно стоящей (подземной, наземной или комбинированной). Ее устройство подходит для парковочных площадей среднего и большого размера. Вместимость парковки автоматического типа находится в пределах от 30 и до нескольких тысяч транспортных средств. [3]

Пример механизированной многоуровневой парковки – автомобильные башни-парковки, находящиеся в Германии, рядом с заводом Volkswagen в городе Вольфсбург. Парковочные башни являются частью комплекса «Автоштадт», который наполнен множеством разнообразных функций. Башни комплекса являются своеобразными многоуровневыми автопарковками, где при помощи автоматизированных систем размещаются автомобили с завода Volkswagen. Каждая из парковочных башен составляет 60 м в высоту и вмещает 400 транспортных средств. В устройстве автопарковки использована автоматическая конвейерная система, которая перемещает автомобили из заводских помещений в подвал башен, откуда их при помощи автоматизированных систем поднимают на нужный уровень автопарковки и доставляют на свободное парковочное место. Когда посетитель приобретает автомобиль в «Автоштадте», транспортное средство достают из парковочной ячейки и перемещают к клиенту. В процессе парковки автомобилей действия, совершаемые человеком, сведены к минимуму. [4]

Еще одним примером многоуровневой автостоянки является парковочный комплекс в Чикаго, «Marina City». Комплекс «Marina City» – это комплекс, состоящий из двух высотных зданий, каждое из которых включает в себя 65 этажей. Первые 19 этажей являются автомобильной парковкой, представляющей собой спираль. Данная парковка вмещает около 1000 автомобилей. Верхние этажи комплекса отведены под жилые квартиры. [5]

Механизированные многоуровневые автомобильные парковки являются перспективным решением ряда проблем, связанных с заполнением городских территорий. Такие автомобильные парковки уже получили распространение в

мировой практике. Несомненное преимущество таких автопарковок – максимальное использование пространства для непосредственного хранения автомобилей. Для сравнения: площадь полезного пространства, используемая для автопарковок рампового типа, сокращена не меньше, чем на треть за счет обязательного устройства путей движения автомобилей. Еще одно положительное качество механизированной парковки – исключение негативного воздействия человеческого фактора, во время процесса парковки автомобиля все действия выполняются без участия человека, т.е., исключено повреждение автомобиля из-за некомпетентных действий водителя.

Мировая практика показывает, что наличие многоуровневых автомобильных стоянок необходимо современному обществу. Строительство многоуровневых автопарковок необходимо популяризировать, так как их устройство на городских территориях благотворно влияет на качество городской среды, в целом улучшая качество жизни граждан.

Список литературы

1. СНиП 21-02-99 Стоянки автомобилей. – URL: http://www.fireevacuation.ru/files/SNIPS/SNiP_21-02-99_avto.pdf (дата обращения: 18.03.2016).
2. *Каминский А.О.* Парковки, паркинги: конструктивные решения, современные подходы и технологии [Электронный ресурс] // Архитектурно-строительный портал ais.by [Сайт]. – Дата размещения: 24.07.2007. – URL: https://ais.by/story/1194 (дата обращения: 26.01.16).
3. *Габова М.В., Нечаев А.Л., Хрусталев Д.А*. Многоэтажный гараж-стоянка для легковых автомобилей : методическое пособие. – М. : Мархи, 2012. – 19 с.
4. *Шварц М.И.* АвтоГрад – Вольфсбург [Электронный ресурс] // Путеводитель по Италии и Германии [Сайт]. – Дата размещения: 06.12.2012. – URL: http://holidaygid.ru/autostadt-volfsburg/ (дата обращения: 18.03.2016).
5. "Марина сити" – 20-этажная парковка машин в Чикаго [Электронный ресурс] // Top news [Сайт]. – Дата размещения: 22.11.2006. – URL: http://www.topnews.ru/photo_id_657.html (дата обращения: 19.03.16).

УДК 69.033

Алышева А.О., студентка, e-mail: mkalysheva@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Экономичное строительство: дома из контейнеров

Аннотация. В данной статье рассматриваются преимущества и недостатки строительства домов из контейнеров, дается определение контейнерному дому.

Ключевые слова: экономичность, контейнер, частный дом из контейнеров новая ветвь в строительстве.

В настоящее время приобрести жильем становится все проблематичнее, так как цены на недвижимость постоянно растут. Но и человеческая мысль «не стоит на месте». Появилось новое направление в архитектуре и строительстве – контейнерные дома. Что они из себя представляют?

Контейнерный дом – сооружение из транспортных контейнеров, предназначенное для жилья.

Для постройки таких домов используют контейнеры, которые были предназначены для грузоперевозок. Строительство зданий из контейнеров технологически проще строительства традиционными методами.

Одним из первых с контейнерами начал экспериментировать Адам Калкин, художник и архитектор из Нью-Джерси. [1]

Чаще всего контейнеры используют для строительства частных домов, вспомогательных сооружений, промышленных заводов и складов, реже для общественных и высотных жилых зданий.

Рассмотрим строительство частных домов из контейнеров и их преимущества:

1. Время постройки. Это самый большой плюс, так как уже через пару дней у вас будет готовый контейнерный каркас. Также сюда следует отнести и то, что такой дом можно построить в любое время года за счет свайного фундамента или неглубокого ленточного (или столбчатого).

2. Фундамент. Как описано выше, глубокий фундамент под такой дом делать нет необходимости, что помогает экономить средства на постройку дома.

3. Место строительства. Контейнерный дом не побоится ни крутых гор, ни возможной дальнейшей усадки. Если дом просядет, то его легко можно поднять домкратом.

4. Надежность и водонепроницаемость. Специфика контейнеров позволит возвести дом даже в районах, где случаются такие катаклизмы как ураган, землетрясение или затопление. Контейнеры были созданы водонепроницаемыми для того, чтобы можно было их перевозить на огромных грузовых судах даже плохую погоду и шторм в том числе.

5. Экономичность. При площади около 30 м^2 стоить контейнер будет относительно недорого. Также его покупка освободит собственника от оформления ипотеки.

6. Строительство по мере возможностей. За счет своей модульности дом позволит обустроить одну часть, а следующую тогда, когда позволят финансы.

Теперь рассмотрим недостатки строительства домов из контейнеров:

1. Токсичность. Во-первых, стены и полы контейнеров обрабатываются различными лакокрасочными средствами во избежание коррозии металла. Придется сперва избавиться от этого слоя. Во-вторых, если брать б/у контейнеры (что значительно дешевле по сравнению с приобретением новых), то следует обязательно проверить уровень радиоактивного фона, так как в использованном ранее контейнере могли перевозиться токсичные вещества, в том числе и радиоактивные. Уровень радиации не должен превышать норму в 35мкР/час.

2. Высота и ширина. Высота контейнеров варьируется от 2100 мм до 2900 мм без отделки. Ширина же – от 1220 мм до 2330 мм. С отделкой стен, потолка и пола эти размеры существенно уменьшатся.

3. Металл. Контейнеры производят из металла, а это значит, что летом он будет сильно нагреваться и, соответственно, нагревать воздух в помещении (требуется хорошая вентиляция). Зимой же напротив, стены будут охлаждаться, и в помещении будет холодно. Поэтому понадобится отопление и большой слой утеплителя на стенах. Также металл подвержен коррозии и придется тщательно следить за домом.

4. Установка. Для того, чтобы привезти и поставить на место контейнер, вам придется нанимать кран.

5. Внешний вид. Если уделить недостаточно внимания внешней отделке контейнеров, то ваш дом рискует стать похожим на барак или гараж.

В США контейнерное строительство получили большую популярность. Есть множество примеров домов из контейнеров, выглядящих ни чуть не хуже обычного деревянного или кирпичного дома. При наличии у хозяина фантазии и вкуса дом из контейнеров выглядит оригинально и стильно (рис.).



Рис. Частные дома из контейнеров в США

В России «контейнерная архитектура» пока не получила такой популярности как в Америке. Однако уже существуют компании, которые готовы вам предложить проект здания или сооружения из контейнеров по вашему заказу с последующей его постройкой, что может стать отличным экономически выгодным вариантом для загородного дома.

Следовательно, плюсов у контейнерных домов больше, но есть и существенные недостатки. Поэтому сложно сказать, получит ли это строительное направление развитие в России.

Список литературы

1. Контейнерный дом [Электронный ресурс] // Wikipedia, the free encyclopedia [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Контейнерный_дом (дата обращения: 1.04.2016).
2. Дома из морских контейнеров [Электронный ресурс] // Свой ДОМ сегодня [Сайт]. – URL: http://svoydomtoday.ru/obshee/90-dom-iz-konteynerov.html (дата обращения: 1.04.2016).
3. Как построить дом из контейнеров [Электронный ресурс] // Сам себе строитель [Сайт]. – Дата размещения: 2015-08-31. – URL: http://sam-stroitel.com/kak-postroit-dom-iz-kontejnerov.html (дата обращения: 1.04.2016).
4. Дом из морских контейнеров: плюсы и минусы [Электронный ресурс] // Изба в Крыму [Сайт]. – Дата размещения: 17.02.2015. – URL: http://izba-kr.com/dom (дата обращения: 1.04.2016).
5. DomBoxx [Сайт]. – URL: http://domboxx.ru (дата обращения: 1.04.2016).

Арутюнян Г.Ш., магистрант;
Хузяхметова О.А., аспирант;
Зорин А.Н., почетный архитектор Удмуртской республики,
доц., зав. кафедрой «Архитектура»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проблемы реновации промышленных территорий

Аннотация. В статье обоснована актуальность темы исследования. Изложены принципы реновации и основные виды преобразования промышленных территорий.

Ключевые слова: реновация, промышленные зоны, промышленные территории, рекультивация, методы реновации

С развитием города возникла потребность в изменениях в его градостроительном планировании. Наиболее важным в градостроительном планировании является проблема промышленных зон, находящихся в историческом центре города. Проблема реновации промышленных территорий является особенно актуальной.

Вывод из исторического центра промышленных предприятий и последующая рекультивация освободившихся территорий поможет в значительной мере улучшить экологическую и ситуацию в городе, а также значительно снизить транспортную нагрузку центральных районов.

Под термином реновация понимается адаптивное использование зданий, сооружений, комплексов при изменении их функционального назначения. Реновация (от лат. renovatio – обновление, возобновление) – это экономический процесс замещения выбывающих из производства вследствие физического и морального износа машин, оборудования, инструмента новыми основными средствами [1]. Реновация осуществляется путем замены отдельных выбывающих средств труда; посредством реконструкции предприятий или их подразделений, в ходе которой заменяется и часть изношенных основных фондов: путем строительства новых предприятий взамен ликвидируемых старых. Необходимый объем реновации определяется степенью износа средств труда.

При изучении современных примеров преобразования промышленных территорий в городской среде выделяется три типа подхода к их реновации. Каждый тип соответствует определенному набору задач (методов), предъявляемых к проекту реновации, при решении которых полученные результаты преобразования территории оказываются различны.

1. Полный вывод производственной функции с территории. При сносе всех существующих объектов и рекультивации земель городу предоставляется участок для нового освоения и застройки, отвечающей современным принципам территориального планирования и задачам городского развития (общественные пространства, парки, селитебные территории, зона mixed use, технопарки, артклластеры, офисно-деловые зоны). Данный подход требует обширного планирования территории как новой городской зоны и непосредственного участия государственных структур в проекте реновации.

При вынужденном сохранении зданий или части зданий как объектов культурного наследия, территория воспринимается, в первую очередь, как историческая среда, со сложившейся композиционной и планировочной структурой. Существующие объекты наполняются новыми функциями, сохраняя при этом «дух места». Такой подход требует тщательного соблюдения Проекта зон охраны объектов культурного наследия, что существенным образом влияет на планировочные решения реновации. Уникальная историческая среда является визитной карточкой данной территории и может служить основой бренда обновленной зоны, например, фабрика Станиславского на месте завода «Электропровод», Москва (рис. 1) [2].

Сохранение застройки бывшей промышленной территории позволяет использовать существующие пространства даже при минимальных инвестициях или их отсутствии. Очень часто, в заброшенных зданиях бывших заводов и фабрик создаются местные творческие сообщества, привлекающие художников, музыкантов, танцевальные студии и др., которым необходимо место для сбора большого количества человек.



Рис. 1. Фабрика Станиславского на месте завода «Электропровод», Москва

2) Частичное освобождение территории от производственной функции подразумевает изменение, перекомплектацию или частичное уменьшение существующего производства. В данном случае происходит насыщение территории новыми функциями при помощи добавления к существующим. Градостроительный регламент не позволяет столь широкого использования данной территории, как в варианте полного вывода производства, однако, наличие производства может быть катализатором для всей зоны (создание технопарков, открытие пространств для новых партнерских производств, дополняющих друг-друга). Пример: завод-музей Finlayson, Темпере, Финляндия (рис. 2) [2].



Рис. 2. Завод-музей Finlayson, Темпере, Финляндия

3) Сохранение промышленной функции в пределах существующей территории не влечет за собой функциональных изменений, однако, учитывает развитие технологий и модернизацию современного производства, предполагающего новые требования к пространствам и видам работ. Современное производство стремится к механизации, компактности и экологичности, что влечет за собой меньший объем требуемых пространств, уменьшение санитарных зон. Промышленная территория может стать более проницаемой для городской среды, на ней могут быть созданы пространства, соответствующие современным требованиям комфортной рабочей среды и новые рабочие места, объединенные площадки различных производств (индустриальные парки), например, District Heating Plant Spittelau, Вена (рис. 3) [2].



Рис. 3. District Heating Plant Spittelau, Вена

Для выявления метода реновации необходима четкая последовательность работ на различных уровнях [3]:

1. Обширное планирование территории, при котором выявляются существующие городские проблемы макроуровня, возникшие вокруг промышленных территорий. На данном этапе идет анализ городской транспортной инфраструктуры, окружающей застройки, количества жителей района, объектов социального обслуживания и их нормативных показателей. В каждом конкретном случае необходимо производить оценку приоритетности процесса реновации по различным факторам, включающим экономический, социальный, экологический, градостроительный, инновационный, производственно-технологический, инженерно-технический аспекты, для выявления наиболее эффективного метода реновации.

2. Согласование с Генеральным планом и Стратегией перспективного развития. Выявляется набор необходимых мер, выбранных для преобразования данной территории, соответствующий целям и задачам развития всего города. Проведение исследований, опросов горожан, публичных слушаний для выявления задач микроуровня и потребностей жителей, создание общественных организаций, содействующих преобразованию территории, вовлекающих и регулирующих отношения всех заинтересованных сторон.

3. Выбор метода реновации. Анализ выявленных задач к преобразованию территории, затрагивающий все городские уровни. Далее вносятся изменения в правила землепользования и застройки, которые служат основой для изменения функционального зонирования территории и создания проекта реновации на основе всех изменений.

Таким образом, для наиболее эффективного преобразования промышленных территорий в городское пространство, необходим обширный и последовательный анализ данной зоны, существующих объектов и прилегающих территорий, выявление необходимых путей развития города на различных уровнях, следующие общей стратегии городского развития.

Список литературы

1. *Шепелев Н.П.* Реконструкция городской застройки: учеб пособие / Н.П. Шепелев, Н.С. Шумилов. – М.: Высш. шк., 2000. – 267 с.
2. URL: http://archi.ru (дата обращения: 20.04.2016).
3. *Старкова Н.В.* Эффективные методы комплексного подхода к реновации промышленных территорий / Н.В. Старкова, И.Ю. Грин // Новые идеи нового века. – 2015. – Том 2. – №2. – С. 230–234.

Бутусова А.В., магистрант, e-mail: butus_ik@bk.ru;
Семенова С.В., к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Учет особенностей малого строительного бизнеса при расчете конкурентоспособности организации динамическим методом

Аннотация. В статье кратко рассматриваются основные методы оценки конкурентоспособности организации. Производится учет особенностей малого строительного бизнеса в одном из методов, а именно динамическом методе оценки конкурентоспособности организации путем введения дополнительного коэффициента, отражающего качественные факторы деятельности организации, создающие ее имидж.

Ключевые слова: конкурентоспособность организации, малые строительные организации, динамический метод, факторы конкурентоспособности, особенности малых строительных организаций.

Существует большое количество методов оценки конкурентоспособности организации, основными из которых являются:

- продуктовые методы, главный недостаток которых заключается в приравнивании конкурентоспособности организации к конкурентоспособности ее продукции;
- матричные методы, которые, несмотря на то, что являются наиболее наглядными, имеют большое количество упрощений и субъективных допущений;
- операционные методы, основанные на определении наиболее полного списка факторов, характеризующих эффективность управления производственным процессом, оборотными средствами, сбытом и продвижением продукции в дополнение к продуктовой оценке;
- метод оценки стоимости бизнеса, основанный на допущении о том, что «финансовые показатели являются промежуточными характеристиками отдельных экономических аспектов деятельности организации, а конечным критерием ее экономической эффективности является рыночная оценка компании, поскольку она объединяет ключевые показатели внешнего и внутреннего окру-

жения организации» [1]. Но данный метод требует дорогостоящей процедуры оценки стоимости нескольких организаций, в чем состоит его главный недостаток.

Существует также динамический метод оценки конкурентоспособности организации. Подробно он рассмотрен на сайте «Конкурентоспособность организации: оценка, анализ, пути повышения» [1]. По мнению автора статьи, данный метод имеет достаточную точность оценки конкурентоспособности, а также доступность получения необходимых данных. Но расчет конкурентоспособности организации, рассмотренный на вышеуказанном сайте, приведен в общем виде, без учета особенностей тех или иных организаций.

Конкурентоспособность малого бизнеса тесно связана с качеством оказываемых услуг, поскольку у небольших предприятий объем заказов меньше, это позволяет им больше внимания уделить каждому заказчику. Повышение качества услуг поднимает имидж организации, что положительно влияет на ее конкурентоспособность. Но в силу того, что выбор исполнителя зачастую определяется стоимостью договора, обеспечение надлежащего качества за минимальную стоимость удается не всегда. Качество услуг, оказываемых малой строительной организацией, можно описать такими показателями как: выполнение работ в установленные договором сроки, изменение стоимости согласованной сметы проекта, качество используемых материалов, разнообразие услуг (помощь в поиске и подборе земельного участка; возможность обмена существующей недвижимости; юридические консультации; содействие в льготном кредитовании и страховании и др.), соотношение стоимости и качества, количество готовых проектов, и др.

Основой успеха предпринимательской деятельности является «использование новых возможностей удовлетворения желаний и потребностей человека» [2]. Именно малые организации имеют больше возможностей выпускать эксклюзивную продукцию или оказывать эксклюзивные услуги, поскольку имеют большую гибкость по сравнению с более крупными организациями. Инновационные разработки для малого бизнеса нецелесообразны, но есть возможность заимствования в своей деятельности новых технологий или материалов. Например, строительство новых видов недвижимости, таких как экологическое строительство или интеллектуализация традиционных зданий.

Конкурентоспособность любой организации также зависит от степени ее известности. Осведомление о деятельности организации снимает ограничение с потенциального рынка, так как потенциальные заказчики, не знающие об организации, недоступны для нее. «Одними из основных механизмов формирования известности являются связи с общественностью, реклама в специализированных строительных изданиях, в сети Интернет, а также участие в выставках и размещение подробной информации об организации в сети Интернет. Важной особенностью строительной рекламы является то, что она должна быть максимально информативной» [3]. Для малых организаций ввиду их априори небольшой известности, степень подробности информации о деятельности организации и используемых ею технологий также является важным фактором кон-

курентоспособности. Данный фактор может быть описан такими показателями, как наличие рекламы в специализированных строительных изданиях; собственного сайта в сети Интернет; наличие статей, описывающих используемые технологии; возможность просмотра готовых проектов; наличие отзывов о выполненных строительно-монтажных работах.

Вышеперечисленные факторы создают имидж организации, способный увеличивать ее привлекательность для заказчиков, и, соответственно, повышающий конкурентоспособность организации. Таким образом, с целью учета особенностей организаций малого строительного бизнеса, автором предлагается ввести в существующую методику оценки конкурентоспособности организаций дополнительный имиджевый коэффициент. Данный коэффициент является качественной характеристикой, и для его оценки проводится экспертный опрос.

С учетом имиджевого коэффициента формула определения конкурентоспособности организации, указанная на сайте [1], с учетом особенностей малого бизнеса приобретает следующий вид:

$$K = \frac{r}{R} \cdot \sqrt{\frac{I}{I_s}} \cdot \frac{t}{T}, \quad (1)$$

$$K_0 = r \cdot \sqrt{I} \cdot t, \quad (2)$$

$$K_s = R \cdot \sqrt{I_s} \cdot T, \quad (3)$$

где K – показатель конкурентоспособности рассматриваемой организации; K_0 – коэффициент эффективности хозяйственной деятельности исследуемой организации; K_s – коэффициент эффективности хозяйственной деятельности по выборке; r и R – показатели операционной эффективности хозяйственной деятельности рассматриваемой организации и по выборке соответственно; t и T – имиджевые коэффициенты исследуемой организации и по выборке, соответственно.

Для оценки имиджевого фактора предлагается проводить экспертный опрос по следующим показателям:

1. Соблюдение сроков сдачи объекта.
2. Качество выполненных работ.
3. Качество используемых материалов.
4. Изменение стоимости согласованной сметы проекта.
5. Разнообразие дополнительных сопутствующих услуг, оказываемых организацией.
6. Использование новых материалов или технологий строительства.
7. Наличие рекламы в специализированных строительных изданиях.
8. Степень информативности источников.
9. Наличие общедоступных отзывов о выполненных строительно-монтажных работах.

Перечисленные показатели не носят обязательный характер, могут быть дополнены или изменены. После обработки полученных результатов каждому показателю присваивается вес. Далее проводится опрос клиентов выбранных организаций. Клиентам предлагается анкета, в которой необходимо оценить предлагаемые показатели по десятибалльной шкале в соответствии с выполненными организацией строительно-монтажными работами. Предлагаются следующие критерии оценки показателей, приведенных выше (баллы, использующиеся при анализе результатов клиентского опроса, приведены в скобках):

1. Соблюдение сроков сдачи объекта:
   - раньше договорного срока (10);
   - в срок по договору (8);
   - незначительная задержка срока (6);
   - перенос срока на несколько месяцев (3);
   - объект не сдан (0).
2. Качество выполненных работ:
   - отличное (10);
   - хорошее (7);
   - удовлетворительное (4);
   - плохое (0).
3. Качество используемых материалов:
   - отличное (10);
   - хорошее (7);
   - удовлетворительное (4);
   - плохое (0).
4. Изменение стоимости согласованной сметы проекта:
   - незначительное уменьшение стоимости (10);
   - стоимость осталась неизменной (8);
   - незначительное увеличение стоимости (5);
   - увеличение стоимости более 50% (0).
5. Степень удовлетворения разнообразим дополнительных сопутствующих услуг, оказываемых организацией (помощь в поиске и подборе земельного участка; возможность обмена существующей недвижимости; юридические консультации; содействие в льготном кредитовании и страховании и др.):
   - полностью удовлетворен (10);
   - необходимые консультации даны, но считаю их недостаточными (7);
   - необходимые консультации частично предоставлены (4);
   - отсутствие такой возможности (0)
6. Использование новых материалов или технологий строительства:
   - применение новых материалов / технологий (10);
   - использование типовых материалов или технологий (0).

7. Наличие рекламы в специализированных строительных изданиях, в сети Интернет:
   - имеется (10);
   - отсутствует / затрудняюсь ответить (0).
8. Степень информативности источников:
   - достаточная (10);
   - недостаточная (5);
   - отсутствует (0).
9. Наличие общедоступных отзывов о выполненных строительно-монтажных работах:
   - имеются (10);
   - отсутствуют / затрудняюсь ответить (0).

Таким образом, с учетом имиджевого фактора оценка конкурентоспособности организации становится более точной, поскольку позволяет рассмотреть качественные факторы ее деятельности, создающие имидж, что является немаловажным для любых организаций, но в особенности для организаций малого бизнеса в силу их многочисленности.

Список литературы

1. *Воронов Д.С.* Конкурентоспособность организации: оценка, анализ, пути повышения: URL: http://vds1234.ru/ (дата обращения: 10.02.2015).2. *Друкер, П.* Рынок: как выйти в лидеры: практика и принципы. – М.: Book Chamber International, 1992. – 352 с.
3. *Викулин М.Ю.* Брендинг в строительном бизнесе // Теория и практика общественного развития, 2012, №7, с. 236–240. – URL: http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2012/7/ekonomika/vikulin.pdf (дата обращения: 10.02.2015).

УДК 693.5

Быков Д.С., магистрант, e-mail: dimon2523493@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Способы термообработки бетона при возведении монолитных зданий и сооружений

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные способы термообработки бетона, широко используемые в практике строительства.

Ключевые слова: зимнее бетонирование, бетон, интенсификация, греющий провод, монолитные здания, температурный режим

Abstract. This article discusses the main methods of heat treatment of concrete, widely used in construction.

Keywords: winter concreting, concrete, intensification, heating conductor, monolithic buildings, thermal conditions

Строительство зданий и сооружений из монолита является ответственным предприятием строительной отрасли. Еще совсем недавно монолитный железобетон использовали, как правило, при производстве работ нулевого цикла в промышленном строительстве, то сейчас монолитный железобетон получил широкое применение в гражданском строительстве, из-за возможности быстро создавать здания любой архитектурной формы. Монолитное строительство непрерывно совершенствуется и развивается. Сезонность строительства давно отошла на второй план, производство бетонных работ осуществляется и в зимний период год. Однако, зимнее бетонирование сталкивается с рядом проблем по обеспечению нужных температурных условий для нормального набора прочности бетона.

Для предотвращения замерзания бетона, обеспечения ему благоприятных условий твердения и формирования заданных свойств и структуры, интенсификации нарастания прочности бетона используются следующие методы производства работ.[1]

К первой группе относят методы не предусматривают дополнительного внесения тепла в процесс выдерживания:

1) метод термоса;

2) использование противоморозных добавок.

Вторая группа методов зимнего бетонирования основана на дополнительном подводе тепла к бетону в процессе выдерживания:

1) электродный прогрев (электропрогрев) сквозной и периферийный;

2) применение предварительно разогретых бетонных смесей;

3) форсированный разогрев уложенного в опалубку бетона с повторным уплотнением в разогретом состоянии;

4) обогрев бетона в греющей (термоактивной) опалубке;

5) обогрев бетона инфракрасными лучами;

6) индукционный прогрев (обогрев) бетона;

7) прогрев бетона проводами и кабелями.

Впервые метод «термоса» был предложен в 1919 году профессором И.А. Киреенко в монографии «Бетонные работы на морозе» [2], где профессор описывал данный метод. Впоследствии благодаря работам Б.Г. Скрамтаева, С.А. Миронова и других ученых на основе проведенных исследований и опыта укладки бетона в массивные конструкции был разработан способ «термос» как научно доказанный метод бетонирования в зимних условиях.

Метод «термоса» основывается на создании бетону благоприятных температурных условий, которые обеспечивают к моменту остывания наружных слоев конструкций до 0 °С как минимум критической прочности. Стоит отметить, что при производстве работ данным методом возникают существенные недостатки связные с потерей тепла бетоном за время транспортирования, укладки и выдерживания его в конструкциях. Эффективность данного способа

можно повысить за счет увеличения начальной температуры бетонной смеси в элементе конструкции, так и утеплением, в соответствии с расчетом, как опалубленные так, и неопалубленные поверхностей конструкции. Разогрев бетонной смеси приводит к сокращению времени на транспортировку и укладку ее в конструкцию. Разогрев смеси осуществляют за счет подогретой воды, цемент не разогревают, так как он плохо переносит высокую температуру.

Таблица

Вид и марка цемента	**Максимальная температура, °С**		**Допустимая температура, °С**
	воды	**заполнителя**	
ПЦ, ШПЦ, ППЦ марок ниже 600	70	–	35
БТЦ, ПЦ марки 600 и выше	60	–	30
Глиноземистый цемент	40	–	25

Использование утепленных опалубок приводит к значительным дополнительным затратам, которые связаны с необходимостью длительного промежутка времени для набора требуемой прочности и утеплением конструкций. Данный метод наиболее эффективен при возведении конструкций находящихся в грунте. Так как конструкция не продувается ветром, вследствие чего уменьшаются потери тепла с поверхности конструкции, и уменьшается разность температур между грунтом и бетоном, так как грунт, находящийся ниже уровня промерзания, имеет положительную температуру. Поэтому область применения данного способа ограничена и не подходит для тонкостенных конструкций, технология применима лишь для достаточно массивных конструкций с модулем поверхности Мп ≤ 3 при среднесуточной температуре не ниже -15 °С.

Для повышения эффективности данного метода необходим осуществлять разогрев бетонной смеси непосредственно перед укладкой в опалубку. Предварительный разогрев бетонной смеси до высоких температур (70–90 °С) способствует быстрому набору прочности, процессу тепловыделения, обеспечивает положительное напряженное состояние бетона в процессе выдерживании в опалубке.

На основании опыта и анализа способов бетонирования в зимний период, можно сделать вывод о целесообразности предварительного разогрева бетонной смеси. Этому способствуют простая технология осуществления разогрева, минимальный расход электроэнергии, стали, средств и труда, увеличение срока службы опалубки в результате отсутствия ее сцепления с бетоном, возможность бетонирования как не армированых, так и армированных конструкций, высокое качество бетона.

В настоящее время существуют непрерывный и порционный разогрев бетонной смеси, в котором используют электрический ток, различные добавки, способствующие выделению тепла, пар.

Однко на практике большое распространение получил метод порционного электроразогрева бетонной смеси, который осуществляется в поворотных бадьях и кузовах автосамосвалов. Это связано со слабой разработкой техноло-

гий и малой материально-технической базой для выполнения разогрева бетонной смеси другими вышеперечисленными способами.

Все более широкое распространение применения автобетоносмесителей для доставки бетонной смеси и автобетононасосов для ее укладки ограничивают применение такого эффективного метода как предварительный разогрев бетонной смеси.

Самым распространенным методом зимнего бетонирования считается электродный прогрев, представленный шведскими инженерами А. Брундом и Х. Болиным [3]. С применением электропрогрева возводится до 60 % монолитных зданий и сооружений в зимний период года. Повсеместное использование данной технологии стало возможным после глубоких исследований по теории и практике, проведенные отечественными учеными: Р.В. Вегенером, С.А. Мироновым, Б.А.Крыловым, А.В. Нетушиллом и многими другими. Приоритетность электропрогрева объясняется надежностью этого метода, достаточной технической оснащенностью строительных организаций для его осуществления, огромным опытом строительства. Одним из преимуществ электропрогрева монолитных конструкций является то, что в процессе протекания электрического тока через бетон выделение тепла происходит непосредственно внутри конструкции.

Электродный прогрев, или просто электропрогрев, при котором электрическая энергия превращается в тепловую непосредственно в самом бетоне, включаемом в электрическую цепь в качестве сопротивления, является одним из самых эффективных и экономичных методов тепловой обработки. Он имеет три четко выраженные технологические разновидности: электропрогрев бетона в конструкции по мягким режимам; предварительный, перед укладкой, электроразогрев бетонной смеси (вне опалубки); форсированный электроразогрев бетона в опалубке с последующим уплотнением в горнем состоянии. Электропрогрев, как и любой метод термообработки, требует грамотного его применения. Исследования и опыт бетонирования показывают, что равномерность электрических и тепловых полей в бетоне при прогреве зависит от вида и характера размещения электродов. Использование различных типов электродов позволяет обеспечить равномерность электрических и тепловых полей в массиве бетона и дает возможность осуществлять электропрогрев большого многообразия типов конструкций с высокой точностью соблюдения задаваемого режима. Однако, несмотря на многие достоинства электродного прогрева бетона, следует отметить, что этот метод является довольно трудоемким, так как требует существенных затрат на изготовление и установку электродов. Особенно затрудняет процесс размещения и установки электродов наличие арматуры в конструкциях, а прогрев густоармированных конструкций иногда становится практически невозможным.

Негативное влияние армирования на прогрев монолитных конструкций затрудняют использования метода электротермообработки бетона с использованием греющих изолированных проводов [4], который в последнее время находит все более широкое применение. Достоинством данного метода, как и электродного прогрева, является то, что выделяющий тепло провод находится в

теле бетона. Это обеспечивает передачу всего тепла от нагревателей в бетон, теплопотери сводятся к минимуму.

В руководствах по прогреву бетона в монолитных конструкциях [5] приводятся типы проводов и прогревочного оборудования, с помощью которых можно осуществлять термообработку бетона, рассматриваются некоторые вопросы технологии производства работ. Однако не все задачи теории и практики данного метода термообработки бетона на данный момент не решены, что осложняет рассчитывать и назначать технологические параметры выдерживания монолитных конструкций в зависимости от климатических, конструктивных, технологических и материальных факторов. Данный метод характерен сложными электротехническими расчетами и требует правильной укладки провода в конструкцию. Метод зимнего бетонирования должен выбираться исходя из уменьшения затрат, трудоемкости работ, поддержания необходимой температуры для набора прочности бетоном. Использование данной технологии осложняется подбором оптимальной длины и размером сечения греющего провода, учетом возможной неравномерности сопротивления электрического провода, правильным выбором необходимого напряжения, а также существует риск обрыва провода при монтаже и в процессе бетонировании. В этих условиях основную роль играет компьютерное моделирование процесса прогрева.

Решение данных проблем будет способствовать значительному расширению области применения данного метода термообработки бетона, обладающего большим количеством положительных факторов.

Список литературы

1. Устройство монолитных бетонных конструкций при отрицательных температурах среды / В.Д. Копылов. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 183 с.
2. *Головнев С.Г.* Зимнее бетонирование: этапы становления и развития / Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. Ун-та. // Стр-во и архит., 2013. – Вып. 31(50). – Ч. 2. Строительные науки. – С. 529–534.
3. *Brund A.* Accelerating hardening of plastic mixtures, U.S. patent №1808762 / A. Brund, H. Bohlin. – U.S.A: Rock Prod, 1932.4. Руководство по прогреву бетона в монолитных конструкциях / под ред. Б.А. Крылова, С.А. Амбарцумяна, А.И. Звездова. – М.: НИИЖБ, 2005. – 275 с.
4. *Дудин М.О., Ватин Н.И., Барабанщиков Ю.Г.* Моделирование набора прочности бетона в программе ELCUT при прогреве монолитных конструкций проводом / Инженерно-строительный журнал, №2, 2015. – С. 33–45.
5. *Дудин М.О., Барабанщиков Ю.Г.* Специфика монтажа электрического провода в технологи прогрева бетона // Строительство уникальных зданий и сооружений. – №6. – 2015. – С. 47–61.

Ванюшина С.А., магистрант;
Зорин А.Н., почетный архитектор Удмуртской Республики,
доц., зав. кафедрой «Архитектура»

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Современные принципы формирования архитектурно-пространственной организации студенческих кампусов

Аннотация. Актуальность данной темы основывается на внедрении федеральных программ по развитию кампусов в городской среде, прогрессе образования и науки, изменении социальных и экономических потребностей функций высших учебных заведений. Нынешние аспекты архитектурно- пространственной организации университетских кампусов базируются на следующих основных принципах: градостроительные (расположение городка в структуре города, связь с существующей застройкой и транспортными узлами, резервы для развития), функционально-планировочные (функциональные зоны и их взаимосвязь, информативность и безбарьерность среды), композиционные (универсализация среды, цветовое и формальное влияние), социально- экономические (социальная значимость и экономическая эффективность), экологические (экологическая безопасность), конструктивные (целесообразность конструктивного решения, безопасность эксплуатации), инженерно-технические (техническое и информационное обслуживание).

Ключевые слова: университетский кампус, комфортная среда, студенческий городок, безбарьерная среда

Экономика, основанная на знаниях, также как и социоприродная гармония, управляемая общественным интеллектом, означает только одно: главный ресурс социально-экономического и экологического развития человечества, и России в его составе, – человек, способный приобретать знания, умеющий их творчески применять, а также участвовать в процессе создания и использования новых знаний. Такой человек может быть подготовлен только эффективной системой образования, ориентированной в будущее. Поэтому сначала предпосылкой, а затем и императивом перехода цивилизации человечества в новое качественное состояние становится опережающее развитие образования и, прежде всего, – высшего [1].

В сентябре 2003 г. Российская Федерация официально присоединилась к Болонскому процессу, в рамках которого предстояло осуществить реформирование российского образования с целью продвижения его к открытости европейскому сообществу и интеграции в общеевропейскую систему образования [2]. Сейчас тенденция развития образовательной культуры требует постоянной корректировки требований, предъявляемым к ВУЗам. Разработанная федеральная целевая программа развития кампусов в структуре образовательных кластеров до 2020 г. говорит об актуальности исследования принципов формирования архитектурно-пространственной организации университетских городков. Исходя из этого, возникает социальный потребность в исследовании данной темы.

В связи с отсутствием интереса в вопросах проектирования и необдуманностью стратегий развития высших учебных заведений, возникли следующие проблемы: устаревшая нормативная база, в том числе и для людей с ограниченными возможностями, недостаточно изложены вопросы сочетания образовательных функций с сервисом обслуживания; моральный и физический износ корпусов и общежитий, дефицит территорий или неграмотное их использование, изжившие типы объемно-планировочных решений. Для дальнейшего развития ВУЗов и университетских кампусов требуется решение следующих задач: градостроительных, функционально-планировочных, композиционных, социально-экономических, экологических, конструктивных и инженерно-технических [3].

Градостроительный принцип. На этапе выбора территории необходимо решать вопрос изоляции кампуса от промышленных и жилых зон, размещать городок вблизи рекреационной зоны с вариантами кооперирования технопарков, научных центров, учебных городков. Это даст возможность ВУЗу расширяться и развиваться в дальнейшем, а так же повысить показатель вместимости. Можно создавать университетские кампусы на границе с лесом или парком, что позволит задействовать территорию под занятия физкультурой в рамках учебного процесса и спортом на досуге [4]. Необходимо проанализировать транспортно-пешеходную сеть и привязать ее к территории кампуса, опираясь на принципы кооперирования, группировки, укрупнения и другие. Транспортные сети должны быть ориентированы на крупную магистраль или транспортный узел.

С точки зрения функционально-планировочного принципа, необходимо создать удобную функционально-планировочную концепцию. Для этого важно проанализировать существующие и недостающие направления высшего образования, учесть потребности в сфере науки, быта, отдыха студентов и преподавателей посредством социологического опроса. Также университетский городок должен включать площадки для возможности реализации идей, иметь передовое инженерно- техническое обслуживание. Техническая информативность пространства студенческого городка должна основываться на организации мультимедийной сети обслуживания, демонстрационных экранов, обеспечении внутренней рекламой событий и мероприятий, способах ориентации на территории кампуса. Важным аспектом является создание безбарьерной среды для людей с ограниченными возможностями: все объекты кампуса должны быть доступными, комфортными и безопасными. Необходимо кооперировать большое количество сопутствующих функций с основными (образовательными), дающий возможность использовать комплекс более эффективно и полно [5]. Функциональное зонирование должно разделять движения потоков студентов, преподавателей и обслуживающего персонала, а так же разделять транспортные пути от пешеходных путем устройства многоуровневых дорог, подземных паркингов.

Композиционный принцип. Основная задача – универсализация окружающей среды и формы, максимальное использование подземного пространства, организация единой композиции кампуса. Такого эффекта можно добиться

благодаря атриумной группировке помещений, горизонтальной многоуровневой композиции, связи пространств. Семантические аспекты: цветовая гамма и световое решение среды должны оказывать благоприятное влияние на резидентов университетского кампуса, а форма зданий должна отражать современные тенденции в архитектуре.

Социально- экономический принцип. Целесообразность размещения кампуса, с точки зрения социального аспекта, должна заключаться на иерархии существующих и недостающих услуг, делении пространства на зоны, а так же возможности беспрепятственной транспортной и пешеходной доступности. С точки зрения экономики, желательно выбирать территории, не требующие больших затрат на подготовку для застройки: участки с ветхим жильем или заброшенные дачные массивы.

Принцип экологичности основывается на использовании ресурсосберегающих технологий, соблюдении санитарно-гигиенических норм и обеспечении безопасного воздействия кампуса на окружающую среду, жителей и гостей студенческого городка. Необходимо использовать экологичные строительные материалы, размещать автостоянки в подземном пространстве или выносить их за пределы жилой зоны. Также необходимо создать благоприятную окружающую среду с максимальным озеленением и размещением рекреации в «зеленых» зонах.

Конструктивный принцип основывается на обеспечение безопасности и обоснования конструктивного решения. Необходимо использовать современные конструктивные системы, которые позволяют выдерживать большие людские потоки, максимально открывать пространство и дают возможность гибкого планировочного решения. Важно обеспечить соблюдение требований эвакуации и пожарной безопасности. С целью увеличения вместимости объектов, следует максимально использовать подземное пространство, создавать открытые и полузакрытые площадки на крышах сооружений. Важно объединение функциональных блоков корпусов в отдельные пространственные структуры и конструктивные схемы с решением вопроса их связи за счет подземных и наземных вертикальных и горизонтальных коммуникаций [6].

С точки зрения инженерно-технического вопроса, необходимо создать современную, многофункциональную и безопасную систему автономной информационно-технической инфраструктуры. Важно создать бесперебойную систему оповещения и ориентации для маломобильных людей, обеспечить отлаженную работу системы в случае чрезвычайных ситуаций. Так же нужно проработать систему контроля доступа на территорию университетского кампуса. При размещении и реконструкции зданий и сооружений, следует организовать нормативную инсоляцию и необходимый уровень искусственного и естественного освещения.

Стоит отметить, что используя кластерный подход к проектированию и не пренебрегая основными аспектами, можно создать новую среду, оптимальную для сложных процессов формирования молодых высокоспециализированных и конкурентоспособных на рынке труда специалистов: воспитания, учебы, быта, общественной деятельности, творчества, физического развития, культур-

ного совершенствования. В университете проверяется настоящее и закладывается будущее. Образование и поддержка больших университетов – важнейшая часть жизни любой прогрессивной страны, залог ее будущего благополучия и процветания [7].

Список литературы

1. *Субетто А.И.* Сочинения. Ноосферизм: В 13 томах. Том 6. Образование – высший императив ноосферного или устойчивого развития России в XXI веке. Книга 2 / Под ред. Л.А. Зеленова. – С.-Петербург – Кострома : КГУ им. Н.А. Некрасова, 2008. – 436 с.
2. *Баранова М.* Болонский процесс [Электронный ресурс] // StuFiles [Сайт]. – М.: 2013. – URL: http://www.studfiles.ru/preview/4466070/ (дата обращения: 20.04.2016).
3. *Малахов С.А.* Принципы предварительной теории архитектурного объекта // Приволжский научный журнал. – 2013. – № 2. – С. 68.
4. *Рождественская Е.С.* Принципы гармонизации антропогенной и природной среды // Вестник Оренбургского Государственного Университета. – Специальный выпуск: Архитектура и дизайн. Теория и практика. – 2006. – № 11 (61). – С. 198.
5. *Пучков М.В.* Принципы организации образовательного пространства [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов. – 2011. – № 36. – С. 33–39. – URL: http://archvuz.ru/2011_4/5 (дата обращения: 20.04.2016).
6. *Пучков М.В.* Архитектурная идентичность организации: пространственные схемы кампусов // Архитектон: известия вузов. – 2012. – № 38. С. 28–37. – URL: http://archvuz.ru/2012_2/3 (дата обращения: 20.04.2016).
7. Кампус [Электронный ресурс] // Журнал «Стрелка» [Сайт]. – URL: http://www.strelka.com/ru/magazine/2015/01/06/vocabulary-campus (дата обращения: 20.04.2016).

Вахрушева Н.С., магистрант: vahrusheva-93@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Особенности объемно-компоновочных решений на нефтеперерабатывающих производствах

Аннотация. Статья посвящена проблеме объемно-компоновочных решений на нефтеперерабатывающих производствах. Нефтяная промышленность имеет большое значение для отечественной экономики. Россия играет ключевую роль на рынке добычи и переработки сырья и продолжает активное развитие в этой отрасли. Поэтому необходимы грамотные решения на стадии проектирования производств, чтобы повысить эффективность использования углеводородных систем. Продуманная и правильно выполненная компоновка должна предусматривать полное соответствие специфическим условиям технологического процесса, максимальную безопасность про-

изводства, удобство его обслуживания, учет особенностей генерального плана завода, создание условий для индустриального монтажа оборудования, его демонтажа и ремонта, минимальную стоимость строительных работ. В работе рассмотрены варианты компоновок установок. Различают открытый, закрытый и смешанный виды. Выявлены их особенности, достоинства и недостатки. Установлено что наиболее рациональным и грамотным решением является смешанный вариант компоновки. При таком виде увеличиваются возможности предприятия. Также рассмотрено влияние размещения технологического оборудования на объемно-планировочные решения зданий, установок. Пришли к выводу что, проектирование нефтеперерабатывающих производств – это сложный процесс, включающий в себя знания из строительной области и технологии. Необходимо учесть много факторов для повышения эффективности и дальнейшего развития в нефтяной отрасли промышленности.

Ключевые слова: объемно-компоновочные решения, нефтеперерабатывающее производство, установка, этажерка, проектирование производств, варианты компоновки установок

Нефтяная промышленность имеет большое значение для отечественной экономики. Россия играет ключевую роль на рынке добычи и переработки сырья и продолжает активное развитие в этой отрасли. Поэтому необходимы грамотные решения на стадии проектирования производств, чтобы повысить эффективность использования углеводородных систем.

Современный нефтеперерабатывающий завод – это сложный комплекс зданий и сооружений, в которых размещается оборудование, предусмотренное технологической схемой производства, оборудование вспомогательного назначения, а так же ряд подсобных административно-хозяйственных помещений. [1]

Техносфера является постоянным источником угроз, которые могут иметь серьезные последствия для человечества. Переработка и использование в хозяйственной деятельности углеводородных систем (нефти, нефтепродуктов, топлив и др.) являются одними из факторов глобального загрязнения окружающей среды на Земле. [2]

Поэтому продуманная и правильно выполненная компоновка должна предусматривать полное соответствие специфическим условиям технологического процесса, максимальную безопасность производства, удобство его обслуживания, учет особенностей генерального плана завода, создание условий для индустриального монтажа оборудования, его демонтажа и ремонта, минимальную стоимость строительных работ.

Различают открытый, закрытый и смешанный варианты компоновок установок. Специфика нефтепереработки (токсичность, пожаро- и взрывоопасность, громоздкость и т.д.) обуславливает стремление к максимальному выносу технологического оборудования из закрытых помещений. Однако имеется ряд условий, затрудняющих или исключающих такую возможность:

1. Специфика технологического процесса. Например, получение некоторых продуктов требует определенных условий окружающей среды; работа с продуктами, имеющими высокие температуры застывания (10–15 °С); процес-

сы, связанные с выделением агрессивных веществ (пары кислот, сильно пылящие продукты и др.).

2. Климатические условия района размещения проектируемого НПЗ. Например, морозы и метели, ветры и пыльные бури затрудняют эксплуатацию, а в некоторых случаях выводят из строя технологическое оборудование, расположенное на открытых площадках.

В открытом варианте встречается одно- и многоэтажные сооружения. Оборудование устанавливается как на фундаментах, расположенных на земле, так и на специальных железобетонных постаментах. По виду работ постаменты делятся на две группы:

– несущую аппаратуру;
– обслуживающую аппаратуру.

Несущие постаменты изготавливаются из сборного или монолитного железобетона (этажерки). Состоят из фундаментов, колонн-стоек и ригелей, на которые укладывается междуэтажное перекрытие (рис. 1).

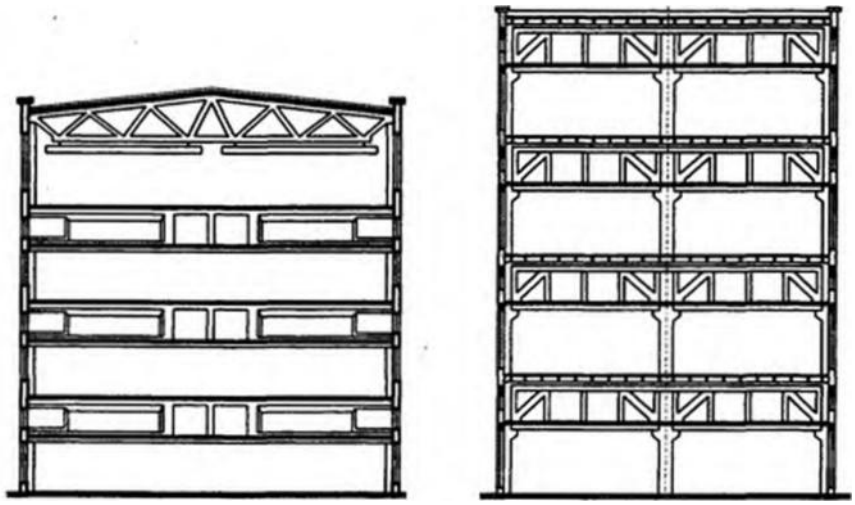


Рис. 1. Постаменты из сборного железобетона (этажерки)

Обслуживающие постаменты – обычно металлические надстройки на железобетонных постаментах или самостоятельные конструкции. [1]

В закрытом варианте большое значение имеют правильно запроектированные объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий, так как от них в значительной степени зависят возможности расположения технологического оборудования, уровень организации технологических процессов, комплексной механизации и автоматизации производства. При проектировании необходимо предвидеть развитие предприятия (совершенствование технологических процессов и оборудования) на достаточно длительную перспективу.

Для гибких химических производств рекомендуются для строительства высокие одноэтажные корпуса павильонного типа. В таком цехе технологическое оборудование располагают на сборно-разборных этажерках, не связанных

с несущим каркасом здания, а в случае производственной необходимости аппараты легко переместить или заменить. [3]

Величина пролета одноэтажных, одно- или двух пролетных зданий (компрессорные, аппаратные, склады и др.) составляет 18, 24 или 30 м. Пролеты, равные 12 м, допустимы в тех случаях, когда применение большего пролета ведет к необоснованному увеличению площади. Многоэтажные здания следует проектировать шириной не менее 18 м. Шаг колонн, как правило, составляет 6 и 12 м, а высота этажа 4,2 м, 4,8 м, 6 м.

Недостатки закрытого варианта:

1. Более высокая стоимость;
2. Наличие громоздких вентиляционных систем;
3. Более сложный монтаж и особенно демонтаж оборудования.

Как правило, при строительстве установок НПЗ применяют смешанный вариант компоновки. [1] Это наиболее рациональное и грамотное решение. При таком виде компоновки увеличиваются возможности предприятия.

Особое влияние на компоновку оказывает размещение технологического оборудования.

Особенности размещения технологического оборудования:

1. Для аппаратов, из которых в процессе эксплуатации выделяются вредные пары, газы и пыль, необходимо предусматривать изолированные помещения, кабины с самостоятельным выходом наружу или выходы через тамбуры-шлюзы, обеспеченные вентиляционным подпором.

2. Емкостная аппаратура с агрессивными, токсичными и горючими жидкостями, расположенная на перекрытиях и площадках цехов, на постаментах и этажерках должна иметь устройство для слива этих жидкостей в аварийную емкость (независимо от возможности откачки их насосом).

3. Установленные на перекрытиях и площадках емкости и аппаратура с горючими и едкими жидкостями должна располагаться на поддонах или на глухой части перекрытия и площадки, ограниченной бортом высотой не менее 150 мм.

4. Размещаемые аппараты должны образовывать вертикальные и горизонтальные ряды с одним или несколькими проходами.

5. Не рекомендуется выдвигать аппараты из общего ряда, так как это может помешать прокладке пучков труб, подвешиваемых под перекрытием (особенно на нулевой отметке).

6. Расстояния между аппаратами должны быть не менее 1,5 м по фронту обслуживания; не менее 1 м между выступающими частями оборудования (с учетом лап, теплоизоляции и ограждающих бортиков), не менее 0,8 м от стен цеха (если нет обслуживания). Исключение составляют агрегаты: два насоса на одном фундаменте; аппарат и мерники; аппарат и теплообменник; колонна и куб.

7. Следить, чтобы эвакуационные проходы были прямолинейными и не загромождались оборудованием.

8. Свободный доступ к отдельным узлам управления аппаратуры, наличие ремонтных площадок с размерами, достаточными для разборки и чистки аппаратов и их частей (без загромождения рабочих проходов, основных и запасных выходов и лестничных площадок). [1]

Пришли к выводу что, проектирование нефтеперерабатывающих производств – это сложный процесс, включающий в себя знания из строительной области и технологии. Необходимо учесть много факторов для повышения эффективности и дальнейшего развития в нефтяной отрасли промышленности.

Список литературы

1. *Гринберг Я.И.* Проектирование химических производств. – М.: Химия, 1970. – 268 с.
2. *Абросимов А.А.* Экология переработки углеводородных систем. – М.: Химия, 2002. – 608 с.
3. *Макаревич В.А.* Строительное проектирование химических предприятий. – М.: Высшая школа, 1977. – 208 с.

Волков Д.Л., студент, e-mail: danilvolkoff@gmail.com;
Сагитов К.В., студент, e-mail: xxxksxxxx@gmail.com;
Плеханова Т.А., к.т.н., доцент, e-mail: tatyana-plekhanova2016@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Перспективы использования фторангидрита в составе строительных материалов

Аннотация. В настоящее время самыми распространенными вяжущими на рынке строительных материалов являются цементные. Второе место по объемам использования занимают гипсовые и ангидритовые материалы. В связи с ростом цен экономически целесообразным является переход на более дешевый вид минеральных вяжущих. Известно, что ангидритовые материалы обладают пониженной водостойкостью и прочностью, поэтому актуальна разработка модифицированных композиций на основе ангидрита. В данной работе исследовано использование техногенного фторангидрита в качестве основного компонента вяжущего и в качестве модификатора при производстве строительных материалов. При использовании ангидритового вяжущего происходит снижение себестоимости сухих строительных смесей и материалов на его основе. Полученные композиционные материалы обладают улучшенными физико-механическими показателями, что расширяет область их применения. В данной работе показана возможность использования ангидритовых вяжущих для производства несущих конструкций и отделочных материалов. Изменение свойств ангидритовых материалов позволяет им конкурировать на рынке с материалами на основе цементных вяжущих. При этом снижается экологическая нагрузка за счет утилизации отвалов фторангидрита, образующихся при производстве плавиковой кислоты.

Ключевые слова: фторангидрит, плавиковая кислота, модифицирующие добавки, рентгенофазовый анализ, микроструктура

Мировая строительная индустрия в большом объеме использует отходы производств. Наиболее перспективным с точки зрения использования в производстве строительных материалов, является отход производства плавиковой кислоты – фторангидрит. Это вещество используется в качестве модифицирующей добавки к существующим материалам, а также как основной вяжущий компонент строительных материалов. На его основе разрабатывают строительные материалы для наливных полов, бетонные смеси для дорожных покрытий, сухие строительные смеси на основе фторангидритового вяжущего, стеновые блоки, пазогребневые перегородки и т.д. Материалы на основе фторангидритового вяжущего без добавок обладают низкой водостойкостью, усадочной деформацией, низкой активностью, что определяет их медленное схватывание, набор прочности, низкую степень гидратации. Для решения этой задачи необходимо установление оптимального соотношения модифицирующих добавок, важных для получения требуемых физико-механических характеристик и свойств вяжущих.

Фторангидрит содержит в своем составе, согласно [1], более 92 % безводного сульфата кальция $CaSO_4$, остальное представлено фтористым кальцием CaF_2 и карбонатом кальция.

Химический состав фторангидрита: CaO 35,0÷36,55; CaF_2 2,2÷5,0%; SiO_2 2,6÷3,4%; Al_2O_3 0,5÷0,7%; Fe_2O_3 0,2÷0,95%; SO_3 46,65÷59,5%.

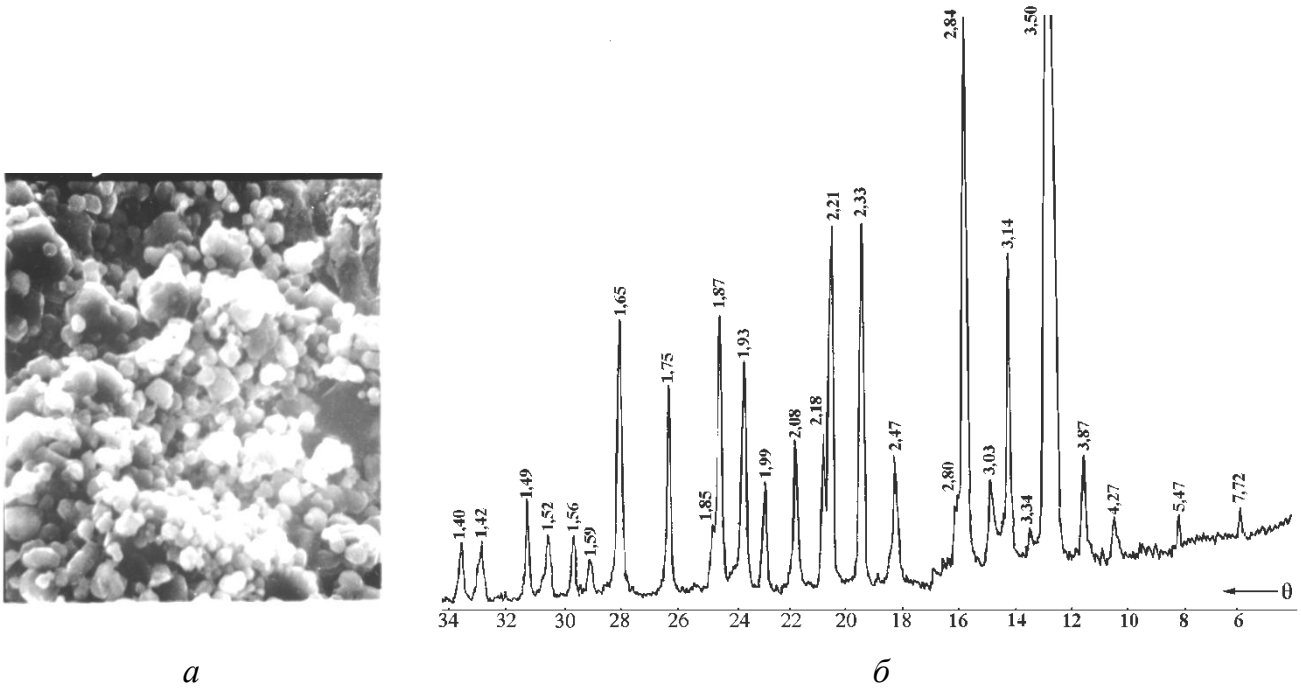
Гранулометрический состав фторангидрита представлен в таблице.

Таблица. **Гранулометрический состав фторангидрита**

Размер сита, мм	**20**	**10**	**5**	**2,5**	**1,25**	**0,63**	**0,315**	**0,14**	**< 0,14**
Частный остаток на сите, %	0,7	1,9	6,6	18,0	10,0	18,8	11,6	26,0	6,6
Полный остаток на сите, %	0,7	2,6	9,2	27,2	37,2	56,0	67,6	93,4	100,0

При проведении исследований на предприятии ОАО «Галоген» (г. Пермь) была использована пылевидная фракция фторангидрита с размером частиц менее 1,00 мм; крупная фракция перед использованием подвергалась домолу в лабораторной мельнице.

Изучение микроструктуры фторангидрита на растровом электронном микроскопе Stereoscan S-200 показало, что структура его, представленная на рис. 1, *а*, характеризуется порошкообразными частицами различной дисперсности. На рентгенограмме фторангидрита (рис. 1, *б*) наблюдаются отражения, соответствующие нерастворимому ангидриту β-$CaSO_4$ (d_α = 3,50; 2,84 А), растворимому ангидриту γ-$CaSO_4$ (d_α = 2,80; 5,47 А), флюориту CaF_2 (d_α = 3,14; 1,93; 1,65 А), кальциту $CaCO_3$ (d_α = 3,03; 5,47 А), и присутствуют отражения незначительной интенсивности соответствующие двуводному гипсу $CaSO_4$ $2H_2O$ (d_α = 4,27; 7,72 А) [3].



а *б*

Рис. Микроструктура фторангидритового порошка ×1200 (*а*), рентгенограмма фторангидрита (*б*)

По мнению Бондаренко С.А. утилизация огромных отвалов фторангидрита окажет положительное влияние на окружающую среду и экологию [2].

Однородный состав фторангидрита позволяет получить из него вяжущее, которое отличается стабильными прочностными характеристиками и относительно стабильными сроками схватывания, что в свою очередь, позволяет проводить окомкование фторангидрита и получать гранулированный материал, востребованный в цементной промышленности.

Основным направлением в области использования фторангидрита на сегодняшний день, является разработка сухих стоительных смесей. Бондаренко С.А. предложены составы сухих смесей на основе фторангидрита с применением комплекса добавок. В качестве добавок им использованы метилгидроксипропиленцеллюлоза, гиперплатсификаторы, гипс. Комплекс добавок улучшает внешний вид растворной смеси и ее удобообрабатываемость. Смесь дольше сохраняет подвижность, обладает хорошей водоудерживающей способностью, так как не происходит седиментация частиц и водоотделение. Прочность при сжатии смесей выше на 10 % по сравнению с бездобавочными растворами [1]. На основе разработанного вяжущего выпущены пазогребневые плиты, соотвествующие современным стандартам, а также достигнуты марки М50 для сухих штукатурных смесей предназначенных для внутренних работ.

Экономическая эффективность от перехода на ангидритовое вяжущее техногенного происхождения составляет:

– для пазогребневых перегородок – снижение себестоимости на 35 %;
– для сухих строительных смесей – снижение себестоимости на 14 %.

Известны также составы на основе природного и техногенного ангидрита с использованием комплексных активаторов гидратации. Для активации твердения используются добавки, имеющие щелочную и сульфатную составляющую. В качестве модификаторов структуры могут быть использованы ультра- и нанодисперсные добавки в сочетании с поверхностно-активным веществом, создающие синергетический эффект [3]. Разработаны составы на основе модифицированного ангидритового вяжущего для практического использования. При введении в состав газоангидрита многослойных углеродных нанотрубок в сверхмалых количествах 0,0024 % достигается повышение прочности полученного материала в три раза.

На основе фторангидрита возможна также разработка теплозоляционных материалов с использованием в качестве наполнителя пенополистирола. Полученный ангидритовый полистиролбетон бетон имеет марку по плотности 700, обладает хорошей паро- и газопроницаемостью, пожаробезопасен, и имеет достаточную прочность для изготовления изделий в виде теплоизоляционных плит и блоков [4].

Известны составы бетонов на основе фторангидрита, которые могут быть использованы как для дорожных работ, так и для производства стеновых блоков [5]. Например, смесь фторангидрида со шлаком (ангидридосиликатная смесь АСВ) в пропорции 4:1 производится в бетономешалке, куда подаётся дополнительно песчано-гравийная смесь и вода. Смесь перемешивают 2–3 мин, затем укладывают в дорожное покрытие. Через 30 дней покрытие готово к эксплуатации R_0 = 200 кг/см^2. Пятилетний опыт эксплуатации покрытия подтвердил техническую эффективность, трещин и разрушений нет.

Также АСВ может быть использована для получения бетонных стеновых блоков с размерами 20х20х40 см. Через сутки твердения при нормальных условиях (+20 °С) формы освобождают, блоки складируют и отправляют потребителю. Через 28 суток прочность блоков достигает 75–100 кгс/см^2 и более, а при предварительном помоле около 200 кг/см^2.

АСВ может быть использовано при строительстве автомобильных дорог для упрочнения оснований. АСВ доставляется на земляное полотно автомобильной дороги, распределяется толщиной 15 см, затем дорожной фрезой размельчается, увлажняется и перемешивается. После этого в течение 10–20 мин уплотняется пневмолотками. Уже через сутки можно укладывать асфальтобетонное покрытие, либо открывать временное движение.

Композиция на основе вяжущего фторангидрита может быть использована для изготовления облицовочных плит, отделочных слоев строительных изделий, несущих конструкций зданий, стеновых камней. Композиция, включающая вяжущее и заполнитель – ангидритовый щебень, в качестве вяжущего содержит фторангидрит с добавкой саморассыпающегося шлака, а в качестве заполнителя дополнительно содержит карбонатный песок при следующем содержании компонентов, мас.%: саморассыпающийся шлак 8,5–9,5; фторангидрит 20,5–21,5; карбонатный песок 25–35; ангидритовый щебень 35–45. Использование композиции позволяет применить безотходную технологию производства изделий из нее, повысить прочностные свойства, водостойкость с сохране-

нием высоких значений морозостойкости, расширить возможность композиции, относящейся к гипсобетонным смесям, используя во влажных условиях эксплуатации, и готовить не только облицовочный материал, но и несущие конструкции. Прочность вяжущего 48,6 МПа, коэффициент размягчения 0,89 [6].

Фторангидрит может быть использован так же для производства гипсокерамических материалов. Оптимизацию состава шихты проводили добавками для повышения механических свойств гипсокерамического материала, его водостойкости и снижения температуры спекания материала. В качестве исходных компонентов при оптимизации состава были использованы карбонат натрия, растворы силиката натрия, соли фосфорной кислоты. Оптимальная температура спекания составила 800 °С. Отмечено улучшение физико-механических свойств полученного материала при выдержке его в воде [7]. Одним из перспективных путей утилизации таких отходов является изготовление на их основе гипсокерамических материалов, обладающих высокой прочностью и водостойкостью, получаемых путем спекания при температуре 700–900 °С [8]. Использование фторангидрита в качестве модифицирующей добавки позволило снизить огневую усадку до минимума (2,5 %).

На основании проведенного анализа, фторангидрит получил широкое распространение в мировой практике использования отходов производства в строительной индустрии. В Европе ангидрит имеет широкую область применения. Он используется для производства как сухих строительных смесей, так и большинства отделочных материалов.

Известны составы материалов, в которых фторангидрит выступает в качестве модифицирующей добавки. При введении в состав магнезиального вяжущего 20 % фторангидрита по массе происходит изменение морфологии структуры материала. Смеси затворялись раствором бишофита плотностью 1,16 г/см^3. Для техногенного фторангидрита предел прочности на сжатие составил 25 МПа в возрасте 7 суток. Прирост предела прочности на сжатие составил 31 % в сравнении с образцами, изготовленными без введения фторангидрита. Прирост предела прочности при изгибе составил 14 % для составов приготовленных с использованием фторангидрита [9].

Введение фторангидрита в состав приводит к изменению структуры материала, что повышает плотность затвердевшего материала, а так же его прочность и водостойкость.

Исходя из полученных результатов исследований, можно сделать вывод о том, что фторангидрит является одним из самых перспективных заменителей цементного вяжущего при производстве строительных материалов. Поскольку тенденции развития материаловедения таковы, что во всех отраслях экономики идет борьба за прибыль, то использование фторангидрита в строительной индустрии имеет большие перспективы. Он обладает низкой себестоимостью по сравнению с другими вяжущими. В Европейских странах уже имеется большой опыт использования материалов на основе техногенного фторангидрита. Разработка отечественных аналогов на основе местного сырья позволит снизить стоимость конечного продукта.

Список литературы

1. *Плеханова Т.А., Лопаткин И.Г., Яковлев Г.И., Керене Я.* Магнезиальное вяжущее, модифицированное сульфатными добавками // Десятые академические чтения РААСН «Достижения, проблемы и направления развития теории и практики строительного материаловедения»: матер. конф. – Казань, 2006. – С. 334–338.
2. *Бондаренко С.А.* Модифицированное фторангидритовое вяжущее и строительные материалы на его основе // Матер. диссер. Челябинск, 2008. – 145 с.
3. *Yakovlev G., Petrova T., Plekhanova T., Makarova I., Keriene J., Fischer H-B., Maeva I.* Modification of porous anhydrite compositions with carbon nanostructures // Vilnius Gediminas Technical University Press “Technika”, 2007. – P. 180–185.
4. *Серебрякова Н.Н., Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Бурьянов А.Ф., Керене Я., Мачюлайтис Р.* Полистиролбетон на основе фторангидрита // Строительные материалы. – 2008. – № 3. – С. 107–108.
5. *Левченко А.В., Овчинникова В.Ф.* Пат. 2046097 РФ Способ утилизации гипса из отходов производства плавиковой кислоты или безводного фтористого водорода // Опубл. 20.10.1995.
6. *Баталин Б.С., Москалец Н.Б., Сеньков А.Н., Овчинникова В.Ф.* Пат. 2016872 РФ Композиция для изготовления строительных материалов // Опубл. Пермь 30.07.1994.
7. *Крутиков В.А.* Гипсокерамический материал на основе фторангидритового отхода // Матер. диссер. – Ижевск, 2001. – 140 с.
8. *Крутиков В.А., Яковлев Г.И., Кодолов В.И.* Жидкофазное спекание фторангидрита // Химическая физика и мезоскопия. – Т. 1. – 1999. – №2. – С. 71.
9. *Плеханова Т.А.* Магнезиальные композиционные материалы, модифицированные сульфатными добавками // Матер. диссер. – Казань, 2005. – 139 с.

Гафурьянов А.А., студент;
Бельтюков И.В., студент, e-mail: aidar-gafuryanov@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Обоснование исторических православных зданий как объектов культурного наследия

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы присвоения историческим православным зданиям статуса объекта культурного наследия. В нынешнее время они не охраняются государством и в любой момент могут быть утеряны. Исторические православные храмы – великое наследие наших предков и часть истории нашего народа. Объекты культурного наследия – здания или отдельные постройки с исторически сложившимися территориями, в том числе памятники религиозного назначения, которые охраняются государством и являются особым видом недвижимого имущества.

Примером для рассмотрения была взята Покровская церковь, расположенная в с. Большая Кибья, Можгинского района. Она имеет хорошее градостроительное положение. В прошлом, церковь имела исключительную декоративную отделку, как изнутри, так и снаружи. Здание храма пользовалось огромным спросом и популярностью среди местного населения. Над зданием покровской церкви были проведены обмерочные работы и выявлены несохранившиеся части ее конструктивного, декоративного и объемно планировочного решения. По окончанию натурных исследований предлагаются идеи по реставрации здания Покровской церкви. Большинство исторических православных зданий, в том числе Покровская церковь, достойны статуса объекта культурного наследия.

Ключевые слова: объект культурного наследия, храм, церковь, памятник, историческое здание

Введение

В наше время административными органами не достаточно уделяется внимания историческим зданиям, в частности православным храмам, и не всегда придается им статус объектов культурного наследия. Православные храмы располагаются не только на территориях городского значения, но и в сельских населенных пунктах.

Православные храмы играют важную роль в жизни людей и населенных пунктов. Они несут в себе социальные, психологические и градостроительные функции, привносят духовность в окружающий мир. Согласно ФЗ 73 от 01.01.16, статья 1 «... Предметами регулирования настоящего Федерального закона являются:

1) отношения, возникающие в области сохранения, использования и популяризации объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации;

2) особенности владения, пользования и распоряжения объектами культурного наследия (памятниками истории и культуры) народов Российской Федерации как особым видом недвижимого имущества;

3) порядок формирования и ведения единого государственного реестра объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации;

4) общие принципы государственной охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации». [1]

Материалы и методы

Примером для рассмотрения материала взята Покровская церковь (1865–1941 г.), расположенная в с. Большая Кибья, Можгинского района. По источникам, взятым с сайта архива УР gasur.ru, в разделе Православные храмы «В селе Большая Кибья Елабужского уезда с 1863 г. по 1865 г. проходило строительство каменной церкви. Строиельство велось за счет елабужского купца Ф.Г. Чернова. В церкви были устроены 3 престола: в холодной – во имя Покрова Пресвятой Богородицы, в теплой – правый – в честь Св. Троицы, левый – в честь Рождества Христова. Покровская церковь была закрыта на основании Указа

Президиума Верховного Совета УАССР от 24 июля 1941 г. Здание передано под культурное учреждение». [2]

Согласно ФЗ 73 от 01.01.16, статья 3 «К объектам культурного наследия (памятникам истории и культуры) народов Российской Федерации (далее - объекты культурного наследия) … относятся объекты недвижимого имущества (включая объекты археологического наследия) и иные объекты с исторически связанными с ними территориями, …» [1]

«Объекты культурного наследия … подразделяются на следующие виды: памятники – отдельные постройки, здания и сооружения с исторически сложившимися территориями (в том числе памятники религиозного назначения, относящиеся в соответствии с Федеральным законом от 30 ноября 2010 года N 327-ФЗ "О передаче религиозным организациям имущества религиозного назначения, находящегося в государственной или муниципальной собственности" к имуществу религиозного назначения)…» [1]

Результаты исследований и атрибуция

Исследуемое здание Покровской церкви находится в процессе передачи в пользование Православного прихода, не является объектом культурного наследия. Здание имеет следующие параметры объемно-планировочных решений:

– количество нефов: 1 нефный;
– количество столпов: бесстолпный;
– структура плана: трех престольный, кораблем;
– размеры в плане: 37х13,5 м;
– 3-х частная: алтарь-средняя часть-трапезная-притвор;
– форма плана: прямоугольная;
– расположение приделов: пристроены;
– колокольня: надстроена, шатровая;
– алтарь: пристроенный;
– хоры: отсутствуют;
– перекрытия: кирпичные, кноха (над алтарем), купол (над средней храмовой частью), цилиндрический свод (над трапезной), шатер (над колокольней);
– кровля: шатровая (над колокольней), купольная (над средней храмовой частью), двухскатная (над трапезной), коническая (над алтарем);
– храм: одноглавый купольный, одноэтажный;
– авторство не определено.

Во время натурных исследований мы выделили хорошую акустику церкви. Выразительные формы храма выдают его классический стиль.

Современное положение

Летом 2015 года, группа архитекторов с нашим участием (студенты ИжГТУ, кафедра Архитектура, направление Проектирование зданий), с участием сотрудников АСБ Степанюк Н.Е., студентов УрГАХУ выполняли обмерочные работы на Покровской церкви. Здание находится в центре села, в целом нахо-

дится в удовлетворительном состоянии. Здание одноэтажное, из керамического кирпича, с выразительной пластикой объема и статусным градостроительным положением.

В настоящее время у храма сохранилась кровля только над алтарем и над колокольней. Утрачен наружный окрашенный слой стен. Повреждены декоративные элементы карнизов, обрамлений оконных и дверных проемов. В связи с изменениями условий эксплуатации здания (отсутствие отопления), возникли дефекты арочных проемов и сводов. Сохранились кованые ворота и решетки окон, цепь, удерживающая паникадило, остатки каменных амвонов, напольные плиты, которые были выполнены из местного известняка. Помимо того, частично сохранились фрагменты настенной иконописи.

По результатам предварительных натурных исследований предлагаем идеи по реставрации здания Покровской церкви в с. Большая Кибья.

1) Реставрация в объеме:
   - детальное инженерно-техническое обследование объекта;
   - разработка НПД.

2) Выполнение реставрационных работ:
   - усиление несущих конструкций элементов, при необходимости основания и фундаментов;
   - восстановление кровли;
   - восстановление разрушенных и утраченных элементов фасадов;
   - восстановление оконных блоков и дверей, кованных решеток;
   - вычинка и восстановление кирпичной кладки;
   - восстановление напольных покрытий из природного камня;
   - восстановление внутренней штукатурки;
   - воссоздание иконописи и восстановление иконостаса;
   - консервация сохранившихся фрагментов иконописи.

Требования к температурному режиму современными нормами изменились, и стоит обратить внимание на обеспечение вентиляции, для сохранности икон стенописи. Помимо всего, следует установить сигнализацию, обеспечить противопожарные требования. Учесть требования маломобильной группы населения и обеспечить благоустройство территории (озеленение, разбивка цветников, вспомогательные сооружения, с/у). Изолировать территорию храма от животных, так как церковь находится на территории сельской местности.

Выводы

Во время предварительно натурных исследований (летней практики по обмерам храма), мы обратили внимание на то, как население проявляло инициативу по благоустройству и восстановлению храма. Объект достоин статуса «Объекта культурного наследия», и мы надеемся, что наши предложения не останутся без внимания.

Список литературы

1. Федеральный закон №73 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» (с изменениями на 30 декабря 2015 года) в редакции, действующей с 1 января 2016 года.
2. Покровская церковь (с. Большая Кибья) [Электронный ресурс] // Архивы Удмуртии [Сайт]. – URL: http://gasur.ru/databases/orthodox-churches-udmurtii/detail.php?ELEMENT_ID=5287&search=покровская&BACK_URL=%2Fdatabases%2Forthodox-churches-udmurtii%2F%3FPAGEN_1%3D (дата обращения: 20.04.2016).

Домнина К.Л., ассистент

ВФ ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Сравнительный анализ нормативных характеристик для различных изделий из ячеистого бетона

Аннотация. В статье дан анализ основных нормируемых характеристик, предъявляемых к различным изделиям из ячеистого бетона, выявлены несоответствия среди нормативных документов.

Ключевые слова: ячеистый бетон, нормативные документы, нормативные характеристики

На сегодняшний день в России существует более 40 нормативных документов, регулирующих производство и применение изделий из ячеистого бетона. Но ввиду обилия и несогласованности в них требований, предъявляемых к материалам, изделиям и конструкциям, предприятиям по производству пенобетона и газобетона приходится встречаться с большими трудностями по мониторингу качества, что влечет за собой дополнительные издержки производства. [1]

В целом, перечень нормируемых характеристик включает в себя класс по прочности на сжатие, марку по средней плотности, марку по морозостойкости, усадку при высыхании, точность геометрических размеров, внешний вид, теплопроводность бетона в сухом состоянии, паропроницаемость, а также сорбционную и отпускную влажность. Нормируемые характеристики всех изделий из ячеистых бетонов (вне зависимости от способа их производства) регламентируются тремя основными стандартами [2]:

– ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия» [3];

– ГОСТ 21520-89 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия» [4];

– ГОСТ 5742-76 «Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционные» [5].

В ГОСТ 25485-89 «Бетоны ячеистые. Технические условия», основном стандарте качества ячеистых бетонов, не указаны допустимые разбросы прочности и плотности ячеистых бетонов, хотя еще в «Руководстве по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов» (М., Стройиздат, 1977) коэффициент вариации прочности автоклавных ячеистых бетонов указан равным 0,18 (18 %), а неавтоклавных 0,20 (20 %), что и должно быть заложено в действующие СНиПы и пособие к ним.

В свою очередь, действующий ГОСТ 18105-86 «Бетоны. Правила контроля прочности» [6] устанавливает правила определения основных характеристик бетонов, в том числе ячеистых, и как раз в нем указана требуемая прочность бетона при нормировании прочности по маркам. А нам известно, что марки ячеистого бетона устанавливаются в зависимости от его средней плотности. Большая часть производителей изделий из ячеистого бетона понятия не имеют, что такое браковочный минимум по прочности на сжатие, каким образом учитывать условия изготовления, поправочные коэффициенты на размер образцов, влажность, отклонение объемной массы в сухом состоянии от номинала, направление вспучивания, фактическую изменчивость, возраст образцов (для неавтоклавных бетонов), т.е. самый главный параметр ячеистых бетонов не контролируется или контролируется неправильно.

Что касается допусков по средней плотности, то в ГОСТ 11118-73 «Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен зданий» [7] независимо от марки указано, что превышение не должно быть более чем на 50 кг/м^3, что, к примеру, для пенобетона марки D500 составляет 10 %, а для марки D1000 – 5 %. В свою очередь, в ГОСТ 19570-74 «Панели из автоклавных ячеистых бетонов для внутренних несущих стен, перегородок и перекрытий жилых и общественных зданий» [8] предельная объемная масса для марки D500 указана 800 кг/м^3, т.е. допуск составляет 60 %.

Большая неопределенность касается и коэффициента теплопроводности λ (Вт/(м·°С)), значение которого напрямую зависит от качественных и количественных характеристик пористости, теплопроводности материала матрицы (которая определяется сырьевыми компонентами, применявшимися для его изготовления), а также от влажности материала [9]. В большинстве норм он не лимитируется, в т.ч. в СН 277-80 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона» [10]; в ГОСТ 25485-89 – только для бетона в сухом состоянии λ_0. Однако теплопроводность в сухом состоянии однозначно не характеризует теплопроводность при эксплуатации, которая в свою очередь должна определяться экспериментально.

К сожалению, в настоящий момент большинство выпускаемых изделий из ячеистого бетона, в частности стеновые блоки из ячеистого бетона автоклавного твердения, выпускаемые в России, не соответствуют требованиям к ограничению отпускной влажности. В частности, отпускная влажность пенобетона и газобетона по массе лимитирована в ГОСТ 11118-73 «Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен здания» – 22 %, в ГОСТ 12504-80* «Панели стеновые внутренние бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий» [11] – 25 %, в ГОСТ 11024-2012 «Панели стеновые наружные

бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий» [12] – 30 %, а многие частные предприятия вообще не нормируют и не ограничивают этот показатель. В свою очередь, ГОСТ 25485-89 и ГОСТ 21520 содержат общее требование к отпускной влажности ячеистых бетонов: «Отпускная влажность бетона в изделиях… не должна превышать (по массе), %: 25 – на основе песка; 35 – на основе зол и других отходов производства».

Что касается норм расчета и проектирования различных конструкций из газобетона и пенобетона, то тут дело обстоит еще сложнее. Методы расчета приводятся в двух нормативных документах – СниП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции» [13] и СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» [14], которые не только не согласуются друг с другом, но и зачастую противоречат. К примеру, в СниП II-22-81* случайный эксцентриситет для стен толщиной более 25 см не учитывается, а в пособии к СНиП 2.03.01-84* он должен приниматься не менее 2 см. По СниП II-22-81* «Каменные и армокаменные конструкции» критическая сила не рассчитывается, а в СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции» ее необходимо вычислять по эмпирической формуле.

Прочие несогласованности имеют место и в определении марки по морозостойкости, коэффициенте паропроницаемости, а также допусках линейных размеров, трещин и прочих дефектов. Также стоит отметить, что практически все нормативные документы по ячеистым бетонам датируются временами СССР и не переиздаются, несмотря на то, что появились новые технологии в производстве изделий.

В настоящее время в строительной отрасли сложилась ситуация, требующая довольно серьезных изменений в области нормирования качества ячеистых бетонов. Учитывая тот факт, что пенобетон и газобетон являются перспективным материалом для строительства и широко применяются в различных конструкциях, остро встала проблема необходимости переработки и упорядочения устаревших нормативных документов.

Список литературы

1. Нормативные документы по пенобетону, газобетону [Электронный ресурс] // ООО «Пеноблок Мастер» [Сайт]. – URL: http://www.penoblok-master.ru/articles/view_articles/6 (дата обращения: 02.03.2016).
2. *Гринфельд Г.* О нормативном ограничении отпускной влажности автоклавного ячеистого бетона [Электронный ресурс] // Aeroc СПб. [Сайт]. – URL: http://www.aeroc.ru/articles/14.pdf (дата обращения: 06.03.2016).
3. ГОСТ 25485-89 Бетоны ячеистые. Технические условия. – URL: http://www.vashdom.ru/gost/25485-89/ (дата обращения: 10.03.2016).
4. ГОСТ 21520-89 Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие. Технические условия. – URL: http://gkevrocom.ru/upload/medialibrary/New%20Folder/GOST_21520-89.PDF (дата обращения: 10.03.2016).
5. ГОСТ 5742-76 Изделия из ячеистых бетонов теплоизоляционны. – URL: http://www.avtobeton.ru/gost/5742-76.html (дата обращения: 11.03.2016).

6. ГОСТ 18105-86 Бетоны. Правила контроля прочности. – URL: http://www.avtobeton.ru/gost/18105-86.html (дата обращения: 11.03.2016).
7. ГОСТ 11118-73 Панели из автоклавных ячеистых бетонов для наружных стен зданий. – URL: http://www.vashdom.ru/gost/11118-73/ (дата обращения: 14.03.2016).
8. ГОСТ 19570-74 Панели из автоклавных ячеистых бетонов для внутренних несущих стен, перегородок и перекрытий жилых и общественных зданий. – URL: http://www.internet-law.ru/gosts/gost/41440/ (дата обращения: 15.03.2016).
9. Официальный сайт ООО «Солей-ТМ» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.soley-tm.ru/ (дата обращения 20.03.2016).
10. СН 277-80 Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона. – URL: http://www.snip-info.ru/Sn_277-80.htm (дата обращения 20.03.2016).
11. ГОСТ 12504-80* Панели стеновые внутренние бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. – URL: http://www.avtobeton.ru/gost/12504-80.html (дата обращения 20.03.2016).
12. ГОСТ 11024-2012 Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200101926 (дата обращения 21.03.2016).
13. СниП II-22-81* Каменные и армокаменные конструкции. – URL: http://www.vashdom.ru/snip/II-22-81/ (дата обращения 20.03.2016).
14. СНиП 2.03.01-84* Бетонные и железобетонные конструкции. – URL: http://www.snip-info.ru/Snip_2_03_04-84.htm (дата обращения 21.03.2016).

Ефимова А.О., магистрант, e-mail: archiefimova@mail.ru;
Зорин А.Н., e-mail: a3zorin@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Перепрофилирование здания Русского драматического театра имени Короленко с размещением молодежного центра в г. Ижевске

Аннотация. В статье рассматривается проблема сохранения исторических архитектурных объектов, сформировавших архитектурный облик города, но уже не использующихся по прямому назначению и представляющих собой пустующие и недействующие здания. Данная проблема раскрывается на примере здания бывшего театра им. Короленко, расположенного в городе Ижевске. Здание бывшего театра является лицом архитектуры города, делая его узнаваемым и уникальным. В статье объясняются причины, по которым первичная функция здания бывшего театра более не удовлетворяет практическим потребностям населения, вследствие чего здание оказывается недействующим и заброшенным. И раскрывается необходимость сохранения здания, как части архитектурного облика города. А также предлагается возобновить функционирование здание с помощью перепрофилирования, учитывая актуальность выбранной функции, потребности местного населения и предъявляемые требования к новой функции. В статье подробно объясняется понятие «молодежный центр», его функциональная наполненность, а также основные требования к архитектурно-

планировочной организации. На основании предъявляемых требований, к которым относится месторасположение и соответствие планировки театра предъявляемым требованиям к функциональной организации пространства, и на основании социологического опроса подводятся итоги, о соответствии здания театра для размещения молодежного центра в нем.

Ключевые слова: сохранение исторических архитектурных зданий, перепрофилирование, молодежный центр, архитектурно-планировочные требования, Русский драматический театр

Сохранение архитектурного облика города, исторических архитектурных зданий одна из наиболее актуальных проблем современности. Устаревшие архитектурные здания, более не удовлетворяющие архитектурно-эстетическим, функционально-планировочным и социальным требованиям, представляют собой пустующие и недействующие здания, но являются частью архитектуры города. К таким зданиям относится бывший драмтеатр им. Короленко, расположенный в городе Ижевске.

Здание бывшего драматического театра им. Короленко, расположенного по адресу ул. К.Маркса, 188, был открыто 1 сентября 1935 года. В 1961 году было присвоено имя великого русского и украинского писателя и деятеля. В 2011 году труппа переезжает в более просторное здание ДК «Ижмаш» [1]. С этого момента здание пустует. По техническому состоянию строительной конструкции, находится в аварийном состоянии. Здание бывшего театра не является памятником архитектуры, поэтому по закону может быть снесено. Но такой результат окажется наиболее неблагоприятным для города Ижевска, поскольку данное здание на ровне со Св. Михайловским собором, зданием театра оперы и балета, собором Невского и другими объектами архитектуры выполняют функцию узнаваемости города, являются лицом архитектуры города. Помимо этого, здание театра построено на одной из первых улиц, что еще больше подчеркивает его значение. Для развития Республики, необходимо возрождение ее культуры, сохранение её индивидуальности и истории, что в свою очередь будет интересным и привлекательным для отечественного и зарубежного туриста, и основанием для гордости и уважения жителей Удмуртской Республики.

Для того чтобы здание возродилось и вновь стало действующим, необходимо сперва определиться с его функцией. Важно, чтобы выбранная функция была актуальной, отвечала современным требованиям горожан, а также послужила развитию УР.

Безусловно, сохранение статуса театра для рассматриваемого здания было бы наиболее приемлемым для сознания граждан, поскольку в качестве театра, здание существует давно и подсознательно ассоциируется с культурно-зрелищно-развлекательным местом. Но у города Ижевска нет необходимости в еще одном театре, поскольку труппа бывшего театра им. Короленко переехала в ДК «Ижмаш», и новое здание переняло статус русского драматического театра. А также в Ижевске уже существуют театры, ориентированные на любого зрителя. Это национальный театр, кукольный театра, театра оперы и балета, театр молодого человека, студенческие театры, несколько театральных студий.

Из последних новостей о судьбе рассматриваемого здания театра известно, что в ноябре 2015 года депутаты Гордумы Ижевска приняли решение не сносить здание театра и обосновать в нем учреждение культуры Удмуртии «Удмуртский государственный театр фольклорной песни и танца «Айкай». До этого были выдвинуты другие предложения. Так, в ноябре 2013 года министр имущественных отношений Удмуртии Рустэм Зайнуллин предложил на месте театра обосновать центральный автовокзал. А в ноябре 2014 года главой УР А.В. Соловьевым было сделано заявление о том, что здание бывшего театра им. Короленко планируется отремонтировать с перепрофилированием в молодежный центр [2].

Для выявления пожеланий граждан, и их видения на функциональную наполненность здания, был использован метод социологического опроса в соцсетях. Итоговыми результатами которого являются следующие значения: 34 % голосовавших на месте бывшего театра видят молодежный центр с возможностью расширению возрастного круга посетителей, 22 % склоняются к дому детского творчества для дошкольников и детей начальной школы, 19 % разделили между собой два направления: молодежный центр для школьников и студентов и сохранение функции драматического театра, 10 % – театр фольклорной песни и танца, также предлагались следующие варианты: бизнес-центр, автовокзал, театр кукол, которые получили менее 5 % голосов. В опросе принимали участия лица с 14 до 50 лет.

Из социологического опроса следует, что большинство жителей города Ижевска на месте здания театра желают видеть молодежный центр, т.к. присутствует необходимость в досуговом учреждении, адаптированном под современные потребности.

Для понимания о наполненности современного досугового центра, в первую очередь, необходимо рассмотреть понятия «молодежь» и «молодежный центр».

Молодежь – это социальная группа людей, проходящих стадию взросления, т.е. становления личности, усвоения знаний, социальных ценностей и норм, необходимых для того, чтобы состояться как полноценный и полноправный член общества. Данной группе соответствует возраст от 14 до 30 лет [3].

Молодежный центр – новый тип досуговых учреждений, предназначенных для активной и идейной молодежи. Представляет собой многофункциональный комплекс, служащий местом концентрации социально-культурной деятельности в сфере досуга, в котором особое внимание уделяется культурному отдыху, личностному развитию, просвещению, здоровому образу жизни, сближение с окружающей средой, приобретению навыков работы в команде [4–5].

Функциональная наполненность предполагает наличие следующих зон: зону свободного общения, зона зрелищно-развлекательную, спортивную зону, клубную зону, зона общественного питания, зону социальных служб (реабилитационный центр для молодёжи), административно-хозяйственную зону [4–5].

А насколько возможно расположить молодежный центр в здании бывшего театра им. Короленко?

Существует ряд требований, предъявляемых к зданию молодежного центра. Для того чтобы утверждать о возможности размещения в здании бывшего театра новой функции – молодежного центра, необходимо проанализировать возможность соответствия требованиям.

Первое из требований предъявляется к архитектурно-планировочной организации молодёжного центра. К ним относятся:

– многофункциональные, гибкие, трансформируемые пространства. Для свободного общения, проведения конкурсов, выставок, ярмарок, акций;

– пространства для свободного общения: рекреационная зона, универсальные гостиные, кафе, бары, фуд-корты;

– универсальные помещения, для организации встреч с интересными людьми, обучающих семинаров, курсов, мастер-классов, лекций, workshop-ов, кружковой деятельности;

– пространство для зрелищно-развлекательной зоны – зрительный зал, с возможностью размещения большого количества людей, для просмотра театральных постановок, кино, проведения концертов и т.д.;

– размещение спортивной зоны, с возможность проведения нестандартных видов спорта, или для поддержания физического развития молодежи [4–5].

Здание театра поддается изменению планировки, с целью размещения необходимых помещений требуемой площади, а также в здании театра уже предусмотрен зрительный зал для зрелищно – развлекательной функции.

На другой стороне улицы относительно театра, есть свободная территория, которая может быть использована для размещения спортивной зоны: технопарка, скейт-парка.

Следующее требование предъявляется к местоположению молодежного центра в структуре города. К ним относятся:

– удобная транспортная доступность;

– равнодоступность, расположение в центральной части города и связь со всеми районами проживания [4].

По местоположению, здание театра им. Короленко наиболее подходит для размещения молодежного центра. Расположено в центральной части города, на пересечении ул. К.Маркса и ул. Пастухова. Трамвайная остановка располагается точно напротив здания театра, автобусные и троллейбусные остановки находятся в 5 минутной доступности.

В заключении можно сделать вывод о том, что здание бывшего театра им. Короленко является подходящим для перепрофилирования его в молодежный центр. Такие выводы сделаны на основании соответствия требованиям, предъявляемым к архитектурно-планировочной организации молодёжного центра и требованиям, предъявляемым к местоположению, и на основании социологического опроса.

Список литературы

1. Государственный русский драматический театр им. В.Г. Короленко [Электронный ресурс] // SPR: Справочник предприятий Приволжского федерального округа России [Сайт]. – URL: http://pfo.spr.ru/izhevsk-i-gorodskoy-okrug-izhevsk/gosudarstvenniy-russkiy-dramaticheskiy-teatr-im-v-g-korolenko.html (дата обращения 20.03.2016).
2. *Винокуров Д.* Театр Короленко в Ижевске перешел в собственность Удмуртии [Электронный ресурс] // ИА «Удмуртия» [Сайт]. – URL: http://udmurt.media/news/kultura/2477/ (дата обращения 20.03.2016).
3. Молодежь и молодежная политика [Электронный ресурс] // www.Grandars.ru [Сайт]. – URL: http://www.grandars.ru/college/sociologiya/molodezh.html (дата обращения: 03.03.2016).
4. *Кен Ю.В., Соколова Н.В.* Принципы и особенности формирования молодёжного центра нового поколения [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов [Сайт]. – URL: http://archvuz.ru/2011_22/54 (дата обращения 26.03.2016).
5. *Назарова О.В.* Методические рекомендации по организации досуговой деятельности молодежных учреждений (центров). – Псков : Дизайн экспресс, 2015. – С. 9–13.

Иванова А.П., магистрант, e-mail: Anastasiya12.01.91@yandex.ru;
Ившина Л.И., канд. архитектуры, доцент, e-mail: l.i.ivshina@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ соответствия школьных зданий, построенных по типовым проектам, градостроительным требованиям

Аннотация: Одной из важнейших задач государственной политики является повышение качества образования. Цель разработки и внедрения реформ в систему образования – обеспечение соответствия качества образования меняющимся запросам общества. Одним из направлений для достижения достаточного уровня качества образования является реконструкция и модернизация школьных зданий, т.к. школа – это среда, в которой проходит весь образовательный процесс.

Реконструкция и модернизация школы проводится в соответствии с различными факторами. Одними из таких факторов являются градостроительные требования. Целью данной работы является рассмотрение влияния градостроительных факторов на процесс реконструкции школьных зданий, построенных по типовым проектам, применительно к школам Октябрьского района города Ижевска.

Реконструкция зданий школ в соответствии с градостроительными требованиями решается на трех уровнях: расположение здания в городе, сеть зданий школ и школьный участок, его площадь и функциональный состав. При анализе зданий школ Октябрьского района города Ижевска, выявлено, что соответствие требованиям по всем трем параметрам зависит от периода строительства школы. Школы, построенные в период массового строительства, не соответствуют требованиям, а площади участков школ, возведенных в период после 1990-х гг., близки к нормативным требо-

ваниям. Также в результате анализа сети школьных зданий определено, что не на всей территории Октябрьского района обеспечивается доступ к школам. Помимо удаленности школ существует проблема переполненности общеобразовательных учреждений, в результате чего, многие школы проводят обучение в две смены, что в соответствии с сегодняшними требованиями недопустимо.

В результате рассмотрения градостроительных требований, предъявляемых к зданиям школ, и существующего положения школ и школьных участков, можно сделать вывод, что школьные здания не отвечают современным требованиям. Существует необходимость модернизации и реконструкции существующих школьных зданий в соответствии с современными требованиями.

Ключевые слова: образование, реконструкция и модернизация зданий школ, градостроительные требования

Повышение эффективности и качества образования – одно из основных направлений государственной политики. В настоящее время государство разрабатывает и внедряет реформы системы образования и воспитания в школах. Цель государственной политики: обеспечить соответствие качества российского образования меняющимся запросам населения и перспективным задачам развития российского общества и экономики.

Одним из направлений реформы образования является реконструкция и модернизация школьных зданий, к которым предъявляются различные требования: социально-экономические, градостроительные, педагогические, демографические, архитектурно-планировочные и другие. Все эти требования влияют на выбор метода реконструкции здания. Специфика градостроительных требований заключается в том, что рассматривается не отдельно здание, а в совокупности с градостроительной ситуацией, окружающими зданиями, демографической ситуацией. Параметрами градостроительного фактора при выборе способа реконструкции являются: расположение здания в городе, сеть зданий школ и школьный участок, его площадь и функциональный состав.

Рассмотрим, как влияют градостроительные требования на реконструкцию школ в Октябрьском районе города Ижевск, построенных по типовым проектам, информация по основным данным школ представлена в таблице. В данном районе расположено девятнадцать общеобразовательных школ, из них пять школ возведены позднее 1990-х гг. Другие здания учебных учреждений построены в период от 1930 до 1980-х гг. Они строились по различным требованиям, и имеют различные площади участков.

При школах, построенных до 1990-х гг., площади школьных участков не соответствуют требованиям (рис. 1). При рассмотрении данных по наличию спортивного ядра при школах, выявлено, что 68 % школ, т.е. тринадцать из девятнадцати обеспечены спортивными ядрами, таблица.

Следующим немаловажным параметром является радиус доступности школы. В соответствии с сегодняшними требованиями, радиус доступности школы составляет 500 метров, что обеспечивает быстрый и безопасный доступ детей в школьные учреждения. При этом вместимость школы должна позволять принять всех детей, проживающих в радиусе 500 метров [1].

Таблица. **Основные данные по школам Октябрьского района**

№ школы	Год основания школы	Кол-во учащихся	Общая площадь школы, м^2	Общая площадь участка	Требуемая площадь участка в условиях реконструкции	Наличие спортивного ядра
СОШ №5	1976	678	5058	11312	21696	есть
СОШ №9	1963	724	4251	9960	23168	есть
СОШ №11	1975	558	5058	9916	22320	нет
Лицей №22	1936	879	5056	17738	23206	есть
СОШ №27	1938	563	3004	16430	22520	есть
СОШ №28	1936	453	5050	17480	21744	есть
СОШ №29	1990	792	5026	15750	25344	есть
ИЕГЛ «Школа-№30»	1934	709	5058	7700	22688	нет
СОШ №35	1977	1128	5056	20400	18950	есть
СОШ №40	1964	493	1381	6400	21664	нет
СОШ №62	1960	639	1381	11200	20448	нет
СОШ №63	1960	677	1381	17400	19720	есть
СОШ №67	1967	473	4250	11780	22704	нет
СОШ №70	1968	727	5058	22500	23264	есть
СОШ №80	1989	1209	7080	17085	20311,2	нет
СОШ №83	1990	1081	8700	27117	28536	есть
ГЮЛ №86	1991	1534	11125	26288	20862,4	есть
СОШ №87	1992	865	8700	25100	22836	есть
СОШ №88	1994	999	8700	27117	26400	есть

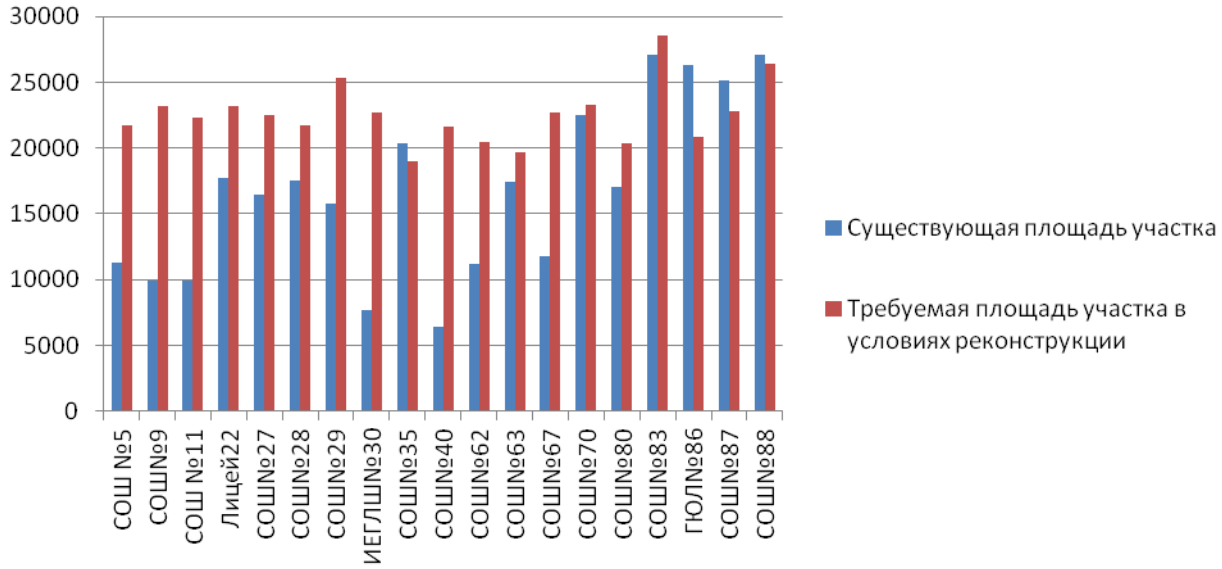


Рис. 1. Соотношение существующей и требуемой площадей участков школ

При анализе сети школьных зданий Октябрьского района и доступности школ с учетом радиусов доступности выявлено, что не на всей территории Октябрьского района обеспечивается необходимый доступ детей к школам: участок между улицами Кирова и Шумайлова, пересечение улиц 8 Подлесная и

Нижняя, 50 лет ВЛКСМ и Пушкинская. Помимо удаленности жилых домов от школ, многие школы учатся в две смены, проектная и существующая вместимость школ не соответствует нормативной вместимости (наполняемости), которая определяется в зависимости от архитектурно-планировочных требований. На рис. 2 показано процентное соотношение количества школ, учащихся в одну и две смены. Число школ, проводящих занятия в две смены больше 50 %.

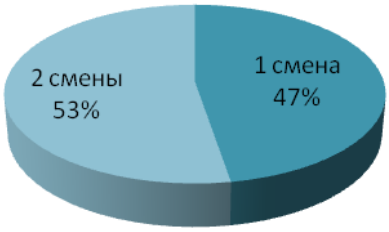


Рис. 2. Диаграмма соотношения школ по сменности

В результате рассмотрения градостроительных требований, предъявляемых к зданиям школ, и существующего положения школ и школьных участков, можно сделать вывод, что школьные здания не отвечают современным требованиям. Существует необходимость модернизации и реконструкции существующих школьных зданий в соответствии с современными требованиями.

Список литературы

1. СП 42.13330.2011 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200084712 (дата обращения: 08.03.2015).

Иванова А.П., магистрант, e-mail: Anastasiya12.01.91@yandex.ru;
Ившина Л.И., канд. архитектуры, доцент, e-mail: l.i.ivshina@gmail.com

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Развитие типологии школьных зданий в городе Ижевске

Аннотация. Повышение эффективности и качества образования – одно из основных направлений государственной политики. Цель разработки и внедрения реформ в систему образования – обеспечение соответствия качества образования меняющимся запросам общества. Одним из направлений для достижения достаточного уровня качества образования является реконструкция и модернизация школьных зданий, т.к. школа – это среда, в которой проходит весь образовательный процесс.

Для проведения качественной реконструкции и модернизации школьных зданий, существует необходимость изучения опыта проектирования и строительства школьных зданий. Целью данной работы является анализ истории проектирования и

строительства школьных зданий и выявление основных требований, которые предъявлялись в различные периоды строительства.

Первые школы города Ижевска располагались в приспособленных зданиях. В 20-х гг. прошлого столетия были построены первые школы по индивидуальному проекту архитектора Сенатова Г.Ф. Это были первые каменные здания города. Начиная с 30-х гг. берет начало период типового проектирования, направленный на быстрое и массовое строительства школьных зданий для обеспечения всеобщего среднего образования. Период типового проектирования продолжился до 1980-х гг. В статье рассмотрены школы, которые построены в этот период времени, их архитектурно-планировочные особенности.

В результате анализа существующего положения школьных зданий города Ижевска, выявлено, что материально-техническая база школьных зданий, построенных в различные периоды двадцатого века, сегодня не отвечает новым требованиям. Необходимо с помощью модернизации школы улучшить архитектурно-планировочное решение, увеличить рабочую площадь. Довести фонд школьных зданий до уровня возросших требований – трансформацию замкнутых традиционных помещений в гибкую планировочную структуру; создание крупных функционально-планировочных зон в объеме школьных зданий и помещений для проведения различных занятий; создание условий для гармоничного здорового развития детей.

Ключевые слова: образование, школьные здания, построенные по типовым проектам в г. Ижевск

Повышение эффективности и качества образования – одно из основных направлений государственной политики. В настоящее время государство разрабатывает и внедряет реформы системы образования и воспитания в школах. Одними из основных документов, являющимися ступенью повышения эффективности образования являются государственная программа Российской Федерации «Развитие образования» на 2013–2020 годы, план деятельности Министерства образования и науки Российской Федерации на 2013–2018 годы [1]. Цель государственной программы «Развитие образования» – обеспечить соответствие качества российского образования меняющимся запросам населения и перспективным задачам развития российского общества и экономики.

В решении проблемы совершенствования системы школьного образования немаловажное значение имеет качество существующей материальной базы школ, которая в Ижевске представлена зданиями типовых проектов различных периодов строительства.

Первые общеобразовательные школы были построены в 1924–1926 гг., архитектор, выполнивший проект первой школьные здания – Сенатов Г.Ф. Это были первые каменные здания, построенные при советской власти (рис. 1). 30 января 1926 года была открыта школа имени Свободы, сейчас здесь помещается вспомогательная школа-интернат Щ 75.

Позднее, 22 июня 1925 года, была заложена школа в Заречной части, по переулку Телегина (ныне средняя школа № 26). Она строилась по тому же проекту, что и школа имени Свободы. В следующем году достроена каменная школа на углу Коммунальной улицы и Вятского переулка (ныне улицы М. Горького и Кирова).

По данным за 1924 год, в Ижевске было 30 школ первой ступени (начальных) и 4 школы второй ступени. Специальных зданий не хватало, и большинство школ размещалось в наскоро приспособленных частных или учрежденческих домах [2].



Рис. 1. Школа им. Свободы, ул. Карла Либкнехта, 17. Архитектор Г.Ф. Сенатов

С 1935 по 1950 гг. в стране осуществляется всеобщее начальное образование. Также в 1930-х гг. создаются первые типовые проекты школьных зданий. В соответствии с Постановлением Совета Народных Комиссаров СССР и ЦК ВКП(б) от 22 февраля 1935 г. «О строительстве школ в городах и приеме в высшие учебные заведения» было разработано и утверждено программное задание на проектирование первых типовых школ, в котором определен состав и площади помещений, объемные и стоимостные показатели зданий. На основе этого задания осуществлена разработка первых типовых проектов школ: семилетней школы на 280 учащихся, средних на 400 и 880 учащихся. До 1938 года архитектурно-планировочная структура зданий состояла из помещений ячейкового типа. Состав помещений таких школ формировался, в основном, из помещений учебного назначения: классов и лабораторий (физики и химии). Отсутствовали помещения общешкольного назначения актовый и спортивный залы, вместо столовой имелся буфет с подсобными помещениями, отсутствовали помещения мастерских и др.

«В Ижевске в этот период построены школы: по улице Советской школа № 24, по переулку Широкому школа №28, по улице Карла Маркса (№21, 25 и 27) и по улице Красногеройской (№ 22, 30), в 5-й Подлесной улице бывшей Колтомы (№ 32), на Майской площади (№ 33), в Соцгороде (№ 54, архитектор Бачурин). Школьные здания характеризовались простыми и строгими архитектурными формами» [3]. Примеры школ, построенных в этот период, показаны на рис. 2, 3.



Рисунок 2. Школа № 28, фасад здания

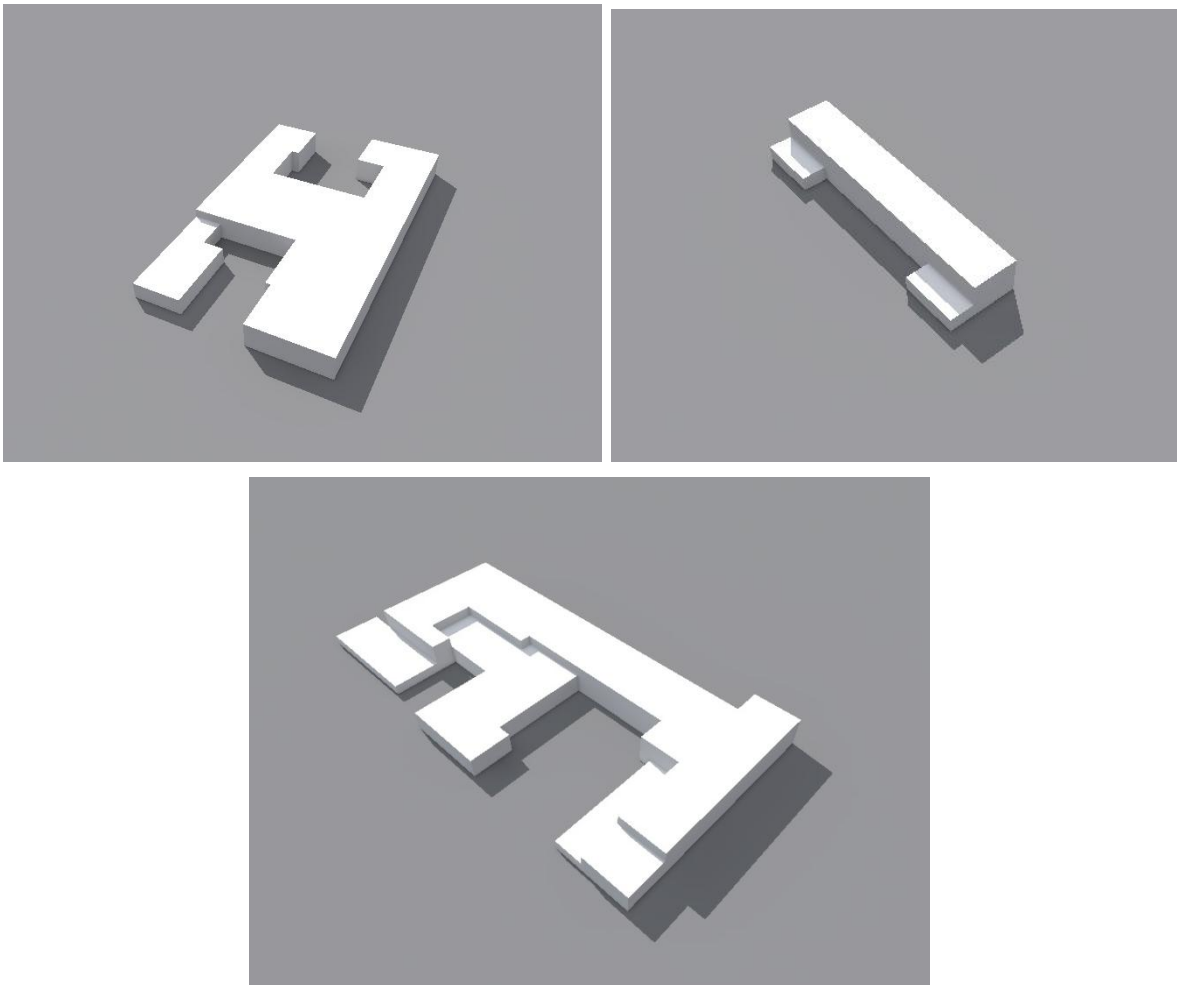


Рис. 3. Школы № 28, 27, 30 (слева направо)

В 1950–1959 гг. вводится всеобщее восьмилетнее образование. В планировочную структуру и состав помещений включаются общешкольные помещения: актовые залы, совмещенные со столовой, располагались на верхних этажах, а спортивные залы на первом в виде пристроенного объема. Добавляются дополнительные помещения для занятий в продленный день. Вводятся мастерские для трудового обучения: обработка металла и древесины, кабинеты домоводства. В этот период времени планировочные решения школ выполняются в

виде симметричной П-образной композиции, рис. 4. Типовые серии, распространенные в период строительства 1956–1959 гг., – 2-02-27К, 2-02-73.

В 1959–1965 гг. увеличиваются объемы строительства. Введены новые типы школ Н-образые композиции, серия 2С-02-7, рис. 5. Преобразования велись в направлении увеличения площадей с сохранением прежних помещений. Основным недостатком в этот период было совмещение актового зала и столовой. Школы проектировались по нормативному документу: СниП П-Л.4-62 «Общеобразовательные школы и школы-интернаты».

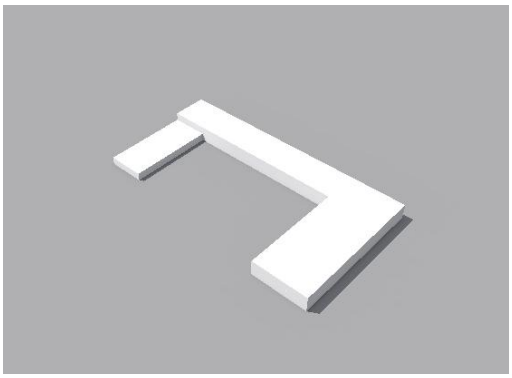
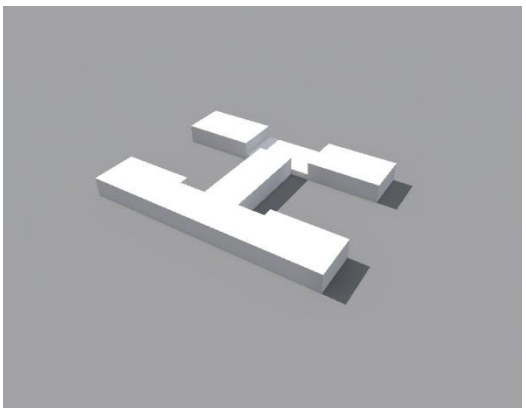


Рис. 4. Школы №40, 62, 63



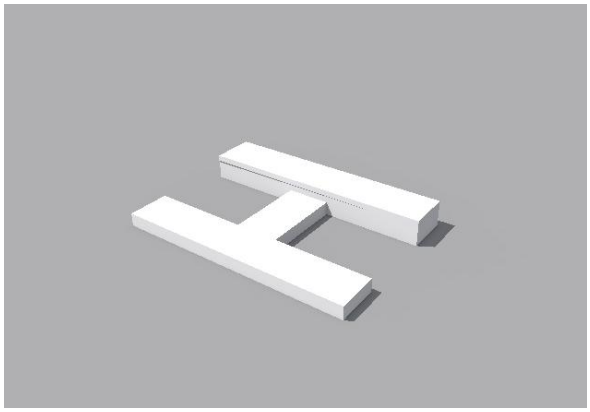


Рис. 5. Школы № 67; 5, 11, 70

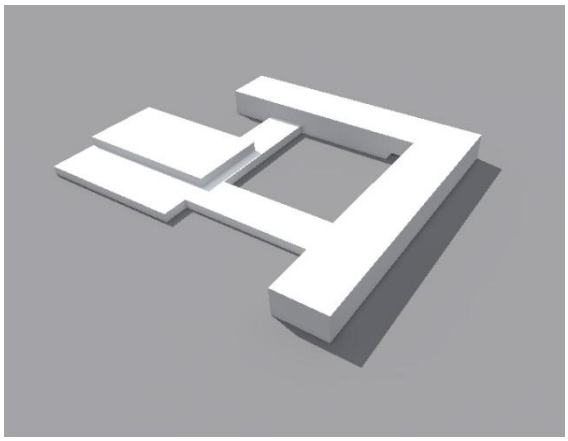


Рис. 6. Школы № 22, 35

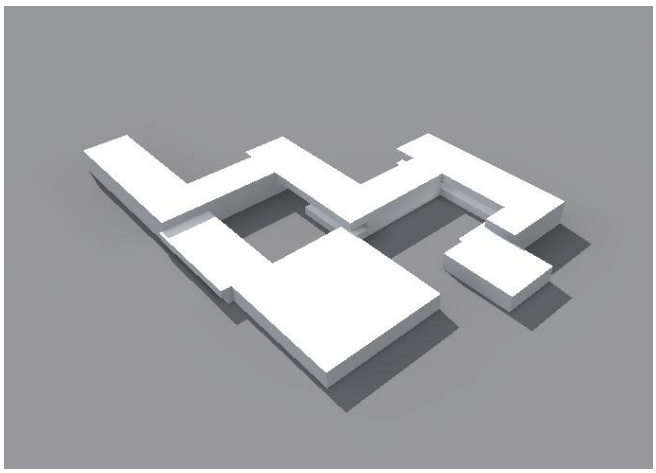


Рисунок 7. Школа № 80

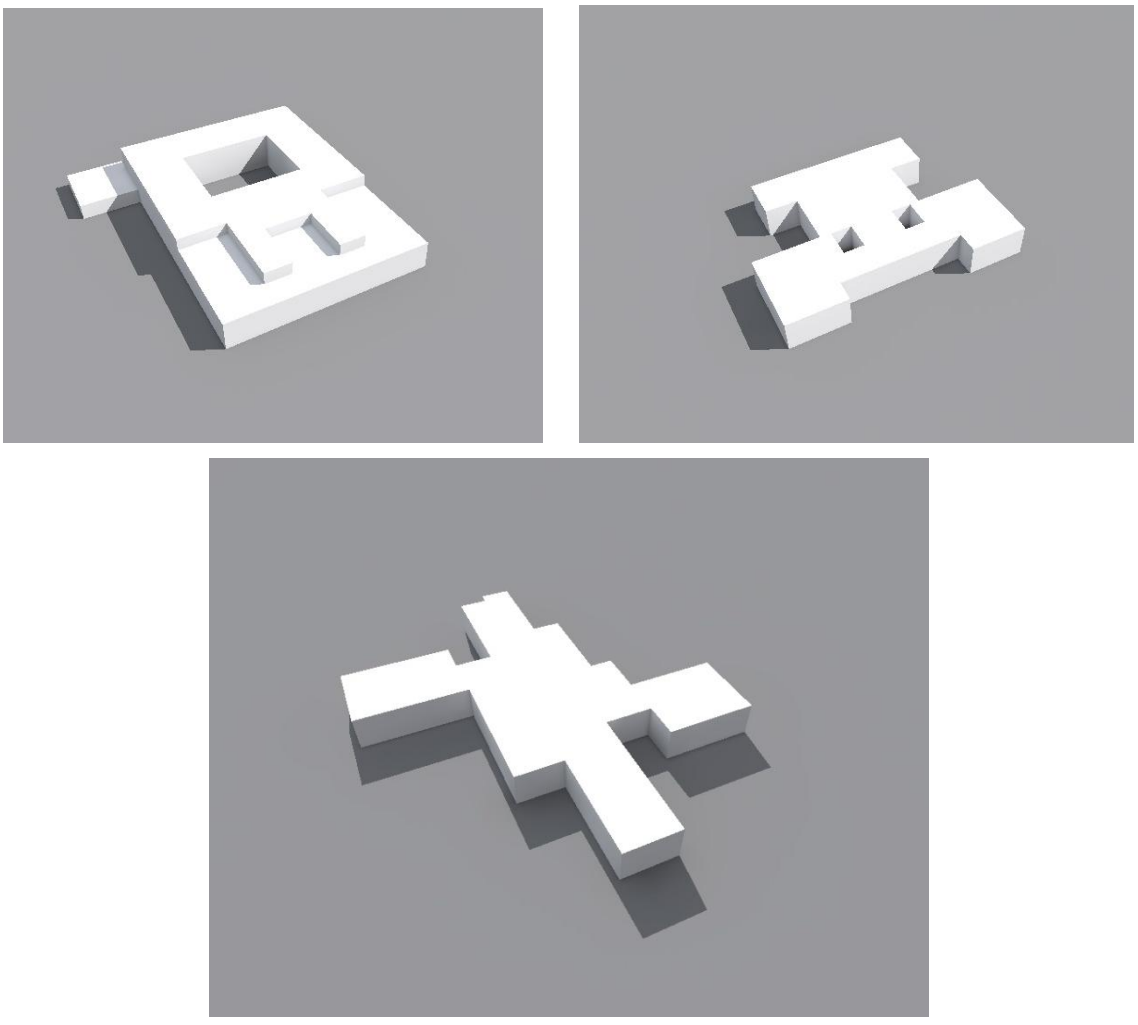


Рис. 8. Модели школьных зданий 1989-1999 гг. Школы № 83, 88; 87; 86

В 1972–1978 гг. вводятся новые серии типовых проектов школьных зданий: 222-1-158, 224-1-142 и подобные им (рис. 6).

В 1984 году в связи с реформой общеобразовательной и профессиональной школ расширяется состав помещений. Добавляются классы кружковых занятий, кабинеты для занятий с детьми шестилетнего возраста и другие. В этот период времени принимаются временные строительные нормы для типового

проектирования общеобразовательных школ (ВСН «Общеобразовательные школы и школы-интернаты»). Примеры школ, построенных в этот период, показаны на рис. 7, 8.

Существующая материально-техническая база школьных зданий, построенных в различные периоды двадцатого века, сегодня не отвечает новым требованиям. Фактическая рабочая площадь на одного человека была равной 1,4–2 м^2. Сегодня на одного человека приходится 2,5–3,5 м^2 в классе рабочей площади. Необходимо с помощью модернизации школы улучшить архитектурно-планировочное решение, увеличить рабочую площадь. Довести фонд школьных зданий до уровня возросших требований – трансформацию замкнутых традиционных помещений в гибкую планировочную структуру; создание крупных функционально-планировочных зон в объеме школьных зданий и помещений для проведения различных занятий; создание условий для гармоничного здорового развития детей.

Список литературы

1. Постановление Правительства РФ от 15 апреля 2014 г. N 295 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации "Развитие образования" на 2013–2020 годы». – URL: http://www.spbumc.ru/загрузки/Постановление%20РФ%20№295.docx (дата обращения 09.02.2016).
2. *Севрюков О.В.* Столица Советской Удмуртии [Электронный ресурс] // iGis [Сайт]. – URL: http://igis.ru/blog/item-308 (дата обращения 10.02.2016).
3. *Севрюков О.В.* Столица Советской Удмуртии – 2 [Электронный ресурс] // iGis [Сайт]. – URL: http://igis.ru/blog/item-309 (дата обращения 10.02.2016).

Иванова Т.Н., магистрант, e-mail: pantera.pc@yandex.ru;
Турчин В.В., к.т.н., доцент;
Юдина Л.В., к.т.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Закрепление оснований свайных фундаментов при реконструкции общественного здания в г. Воткинске УР

Аннотация. В работе рассматриваются проблемы, связанные с необходимостью увеличения несущей способности существующего свайного основания при реконструкции общественного здания с надстройкой дополнительного этажа в г. Воткинске Удмуртской Республики. Были исследованы физико-механические характеристики грунта для преобразования его строительных свойств. Предложен метод усиления, обеспечивающий дальнейшую безопасную эксплуатацию здания. Рассчитаны необходимые технологические и конструктивные параметры инъецирования. Разработан проект усиления фундаментов и грунтового основания. Выполнено закрепление основания здания способом цементации высоконапорной инъекцией с разрывом це-

лостности грунта. В результате выполненных работ было достигнуто повышение несущей способности грунтового основания здания.

Ключевые слова: усиление основания фундамента, инъекционное закрепление грунтов, цементация, реконструкция, общественные здания, стабилизация, безопасная эксплуатация

Реконструируемое здание по ул. 1905 года дома № 28 в г. Воткинск Удмуртской Республики двухэтажное, без подвала, в плане прямоугольной формы, размерами 17×29,2 м. Конструктивная схема здания жёсткая с неполным внутренним каркасом из кирпичных столбов и прогонов и несущими наружными стенами. Здание введено в эксплуатацию в апреле 2010 года. Фундаменты здания – монолитные железобетонные ленточные под наружными стенами и столбчатые ростверки на свайном основании. Сваи сборные железобетонные забивные сечением 0,3×0,3 м, длиной 7 м. В марте 2015 года проведено обследование несущих конструкций здания для выявления текущего технического состояния, и сбора исходных данных для разработки проекта реконструкции с надстройкой дополнительного 3-го этажа.

Общий вид шурфов представлен на рис. 1–3. Относительная отметка острия свай −6,450; обрез ростверка расположен на отметке +0,000. Класс бетона ростверка В15.

По результатам проведенного статического зондирования несущая способность свай по прочности грунта основания составила F_d = 49 т, а расчетная нагрузка на сваю – F_u = 39 т. Согласно проекта реконструкции нагрузка на сваю при возведении 3-го этажа составит 52,8 т, что на 35 % больше расчетной.



Рис. 1. Общий вид шурфа №1 в осях Г/6



Рис. 2. Шурф №1 – монолитный ростверк по оси Г, сваи

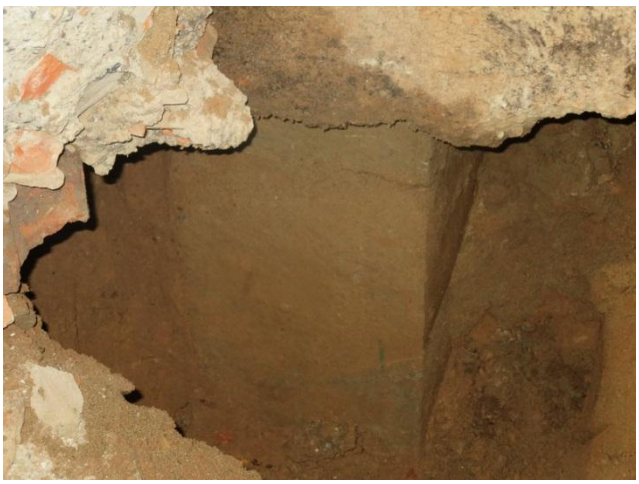


Рис. 3. Вид сборной железобетонной сваи в шурфе №1

По данным инженерно-геологических изысканий установлено, что сверху-вниз залегают следующие ИГЭ:

– ИГЭ1: техногенный грунт суглинистого состава тугопластичный темно-бурый, с вкл. до 10 % гравия, загрязненный;

– ИГЭ2: песок пылеватый коричневый, средней плотности, малой степени водонасыщения, с прослоями суглинка, глинистый;

– ИГЭ3: суглинок коричневый, песчанистый, тугопластичный, с прослоями песка пылеватого;

– ИГЭ4: глина буро-красная, полутвердая, с линзами песка пылеватого, с вкл. до 10 % дресвы известняка, трещиноватая.

По физико-механическим характеристикам грунт основания свайных фундаментов имеют невысокие значения. Расчетные характеристики грунта, для каждого из залегающих слоев приведены в таблице 1.

Таблица 1. **Сводная таблица нормативных и расчетных характеристик грунтов**

№ ИГЭ	Геологический индекс	Показатель текучести	Коэффициент пористости	Плотность, г/см^3	Угол внутреннего трения, град	Удельное сцепление, кПа	Модуль деформации, МПа	Коэф. Фильтрации, м/сут
				0,85/0,95	0,85/0,95	0,85/0,95		
1	tQ	0,42	0,74	1,85/1,85	16/15	19/19	6,1	0,04
2	edQ	–	0,61	1,84/1,84	30/30	4/4	15	1,65
3	edQ	0,41	0,71	1,88/1,88	18/18	23/22	8	0,03
4	P2	0,12	0,68	1,97/1,97	22/22	62/62	18	0,15

Подземные воды в процессе настоящих изысканий скважинами не вскрыты.

Для увеличения несущей способности свайного фундамента авторы предложили выполнить усиление грунтов оснований под нижним концом свай и по боковой поверхности методом инъецирования цементного раствора по гидроразрывной технологии.

Цементация по разрывной технологии применяется для усиления грунтов в основании существующих и строящихся сооружений путем их обжатия с помощью образующихся разрывов, заполненных твердеющим раствором, способствующих повышению плотности и физико-механических характеристик (φ, *c*, *E*). Разрывы, заполненные раствором в виде плоских клиньев ограниченной толщины и ширины, могут быть направлены вертикально, наклонно или горизонтально к скважине. Их протяженность в зависимости от продолжительности нагнетания и расхода раствора может достигать десятка метров и более, и возникают они в песчаных, суглинистых и глинистых грунтах независимо от их плотности, вида и состава инъецируемого раствора [1].

Разрывы, заполненные затвердевшим цементным раствором, способствуют уплотнению, а, следовательно, и повышению модуля деформации грунта. Уплотнение происходит в результате расклинивающего действия и гидравлического давления раствора на стенки грунта [1].

Уплотнение грунтов по гидроразрывной технологии производится преимущественно через инъекционные скважины, позволяющие многократно и в любой последовательности по глубине нагнетать растворы в грунт [1].

Хотя усиление грунтов гидроразрывами является прогрессивным методом, из-за отсутствия нормативной базы по проектированию и производству работ оно не находит широкого применения.

В основном это вызвано отсутствием расчетов объема раствора и числа повторных инъекций в скважину и на весь объем уплотняемого грунта, обеспечивающих плотность и модуль деформации грунта требуемых расчетных значений, а также методики по выбору оптимального режима инъекции раствора для различных грунтовых условий.

Эффект уплотнения по гидроразрывной технологии зависит от числа и объема разрывов вокруг скважины в расчетном объеме грунта, заполненных твердеющим раствором, а также степени равномерности их распространения [1].

Для инъекции используют чисто цементные растворы и с различными инертными добавками (глина, песок, зола уноса). В качестве регуляторов изменения вязкости и сроков схватывания растворов применяются химические добавки (силикатные и растворы хлористого кальция), а для стабилизации и пластификации – суперпластифицирующие на основе модифицированных нафталино-формальдегидных и других смол в небольших количествах [1].

Наибольший эффект уплотнения грунтов достигается при инъекции растворов с регулируемым во времени повышением вязкости и структурной прочности, например, цементного с добавкой силиката натрия. Для продвижения раствора с непрерывно возрастающей вязкостью требуется повышать давление, что положительно отражается на эффективности уплотнения грунта, поскольку

увеличиваются толщина и длина зацементированных разрывов, а возможно и образование новых [2].

Наряду с укреплением грунтов минеральными вяжущими значительное распространение получили методы укрепления глинистых грунтов растворами органических стабилизаторов на кислой основе. Обработка стабилизаторами позволяет увеличить модуль упругости на 20…30 %. Одновременно повышается водостойкость грунта, а оптимальная влажность снижается на 2…4 % [3]. Поэтому, для лучшего заполнения трещин рекомендуется вводить в цементный раствор пластификаторы, например, раствор мылонафта.

В статье авторы предлагают методику расчета количества нагнетаемого раствора при помощи показателей степени влажности S_r и определения прочностных характеристик закрепляемого грунта основания по номограмме (рис. 4) [1].

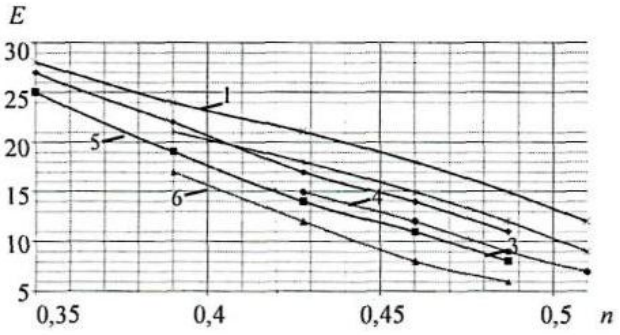


Рис. 4. Номограмма для определения E глинистых не лёссовых грунтов по n:
1 – глина полутвердая; 2 – тугопластичная; 3 – мягкопластичная;
4 – супесь; 5 – суглинок полутвердый; 6 – мягкопластичный

Степень влажности S_r представляет собой отношение влажности грунта в естественном состоянии к влажности грунта все поры которого заполнены водой. Таким образом, зная величину S_r, можно установить объём пор грунта, незаполненных водой, которые при цементации с разрывом пласта и обжатии грунта можно ликвидировать, повысив физико-механические свойства грунтов.

Прочностные характеристики закреплённого грунта, в частности, модуль деформации, зависят от вида, влажности и плотности сложения, их можно вычислить по номограммам предложенным Ибрагимовым [1].

После проведения закрепления грунтов оснований модуль деформации E естественного грунта увеличивается при этом пористость естественного грунта n сократится до пористости уплотненного, в соответствии с законом уплотнения грунтов так называемой компрессионной кривой:

$$de = -m_0 \cdot dp. \qquad (1)$$

Авторы [1] на основании результатов исследований предложили научно-обоснованный подход определения расчётных параметров инъецирования объ-

ёма раствора и числа инъекций в скважину, необходимых для уплотнения грунта до требуемой плотности, пористости и модуля деформации.

Объем закрепляемого массива от одной скважины определяется как сумма объемов массивов грунта в пределах разных ИГЭ. Закрепление грунта вокруг скважины происходит в виде образования техногенных массивов цилиндрической формы. Объем этих цилиндров зависит от радиуса распространения инъецируемого раствора, который при высоконапорной инъекции цементного раствора принимаем – 0,8 м. Объем закрепленного грунта от единичной инъекции в одну заходку определяется для каждого слоя высотой h_r по формуле:

$$q_g = \pi \cdot r^2 \cdot h_r. \quad (2)$$

Объем сокращаемой пористости естественного грунта n до пористости уплотненного n^1 приводящий к повышению плотности и модулю деформации грунта до расчетного показателя определяем по степени влажности S_r, которая характеризует степень заполнения пор водой:

$$S_r = \omega \cdot \frac{\gamma_s}{e \cdot \gamma_w}. \quad (3)$$

Объём свободных пор Δn находим по формуле:

$$\Delta n = n - n^1. \quad (4)$$

Прогнозируемый коэффициент пористости e^1 определяем исходя из S_r по формуле (5), а пористость уплотненного грунта n^1 находим по формуле (6):

$$e^1 = S_r \cdot e, \quad (5)$$

$$n^1 = \frac{e^1}{1 + e^1}. \quad (6)$$

Зная Δn, по номограмме, предложенной М.Н. Ибрагимовым [1], определяем модуль деформации E.

Параметры (E, n), определенные по номограмме являются прогнозируемыми величинами и основываются на экспериментальных данных. Полученные значения модуля деформации и пористости являются достаточными для увеличения несущей способности существующего свайного основания при реконструкции общественного здания с надстройкой дополнительного этажа в г. Воткинске Удмуртской Республики.

Далее методика [1] предполагает расчет количества расходуемого раствора, обеспечивающих грунту плотность, пористость и модуль деформации до

требуемых расчетных показателей. В связи с отсутствием достаточных данных возможный объем раствора, нагнетаемого в скважину, находим по формуле (7).

$$q_r = q_g \cdot \Delta n, \tag{7}$$

где q_g – объем закрепляемого грунта, м^3; n^1 – расчетная пористость грунта в долях единицы; a – коэффициент заполнения пор водой, равный 0,5 при высоконапорной инъекции.

Выполненные по предложенной методике расчеты при реконструкции общественного здания с надстройкой дополнительного этажа в г. Воткинске представлены в таблицах 2, 3, 4, 5.

Для ИГЭ3, ИГЭ4 глубины заходки – h_r = 2,20 м; h_r = 1,9 м. Объем закрепленного грунта от единичной инъекции в одну заходку определяется по формуле (3) для каждого слоя высотой h_r. Расчеты приведены в таблице 2. При расчете количества раствора учитываем коэффициент утечки раствора за пределы расчетного контура грунта – 1,5; коэффициент усадки раствора в зависимости от его состава и стабильности – 1,1. Расчет объема с учетом коэффициентов приведен в таблице 3.

Таблица 2. **Объем закрепленного грунта**

ИГЭ-3, м^3	**ИГЭ-4, м^3**
4,42	3,82

Таблица 3. **Основные физико-механические характеристики грунтов в естественном и уплотненном состоянии**

	S_r	S_r, %	e	e_1	$n=e/1+e$	n_1	Δn
ИГЭ-2	0,68	68	0,71	0,48	0,415	0,324	0,091
ИГЭ-3	0,86	86	0,68	0,58	0,405	0,367	0,038

Таблица 4. **Объемы раствора**

	ИГЭ-3, м^3	**ИГЭ-4, м^3**	**∑, м^3**
Объем раствора при высоконапорной инъекции, q_r	0,402	0,145	0,903
Вес закрепляющего раствора при плотности р-ра 1,9 т/м^3 (с учетом коэффициентов 1,5 и 1,1)	1,716		

Таблица 5. **Состав и расход компонентов закрепляющего раствора**

Компоненты	**Р-ра на 1 скважину, т**	**Р-ра на 16 скважин, т**
Цемент ПЦ500Д0 ГОСТ 10178-85, 65 % р-ра	1,115	17,848
Вода, 40 % р-ра	0,686	10,983
Мылонафт, 0,17 % от веса цемента	0,002	0,030
Жидкое стекло, 3 % от веса цемента	0,033	0,535
Кальций хлористый, 2 % от веса цемента	0,022	0,357

Инъецирование проводилось с применением инъекционного комплекса, включающего малогабаритные передвижные буровые установки УКБ12/25 со шнеком диаметром 72–86 мм, рис. 5, и миксерную гидростанцию с компрессором и манометром, рис. 6–7, через горизонтальные, наклонные и вертикальные инъекторы из металлических труб с просверленными отверстиями для подачи цементного раствора, погружаемого в пробуренные скважины. Тампонирование устья скважины в затрубном пространстве проведено до глубины 0,5 м быстротвердеющим расширяющимся цементом.



Рис. 5. Буровая установка УКБ12/25



Рис. 6. Миксерная гидростанция



Рис. 7. Компрессор

Высоконапорная инъекция цементного раствора осуществляется через подающие трубы восходящим способом по 1 метру, от забоя скважины абс. отм. 134,5 м до отм. 130,4 м. При подаче раствора давление увеличивают постепенно, в три этапа. Закачка раствора выполняется в два приема, на каждом уровне давление доводится до максимального. При разрыве грунта давление падает, после чего его повышают до 15 атм. и выдерживают в течение 10 минут, если поглощение раствора прекратилось, давление снимается.

При цементации с целью повышения вязкости раствора применяем раствор силиката натрия плотностью 1,45 г/см³, силикатный модуль 3, цемент ПЦ500Д0 с водоцементным отношением (В/Ц) 0,65, хлористый кальций технический 2 % от веса цемента, вода, мылонафт 0,17 % от веса цемента. При подборе составов и расчете расхода инъецируемых материалов руководствуемся положениями [4].

Выполнено обследование технического состояния здания, произведено усиление фундаментов и грунтового основания способом цементации высоконапорной инъекцией с разрывом целостности грунта, достигнута стабилизация осадок грунтового основания здания и перемещений фундаментных конструкций.

Установлено, что методика расчета количества нагнетаемого раствора и определения прочностных характеристик закрепляемого грунта основания, при

помощи показателей степени влажности S_r и номограмм [1] является эффективной. Количество подобранных компонентов раствора соответствуют требуемым. В результате проведённых увеличена до требуемой величины несущая способность существующего свайного фундамента, что обеспечит безопасную эксплуатацию реконструируемого общественного здания с надстройкой дополнительного этажа.

Список литературы

1. *Ибрагимов М.Н.* Вопросы проектирования и производства уплотнения грунтов инъекцией растворов по гидроразрывной технологии // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2015. – № 2. – С. 22–27.
2. *Yudina L., Turchin V., Baburin Y.* Concerning the aspects of wet clayey ground in Udmurtia // 10th International Conference Modern Building Materials, Structures and Techniques. 10. 2010. С. 1116-1120.
3. *Юдина Л.В., Турчин В.В., Сычугов С.В.* Сухие строительные смеси на основе шлакощелочных вяжущих для использования в условиях агрессивной сульфатной среды // Сухие строительные смеси. – 2015. – № 5. – С. 22–28.
4. Пособие по химическому закреплению грунтов инъекцией в промышленном и гражданском строительстве (к СНиП 3.02.01-83). – М.: Стройиздат, 1986. – 86 с.
5. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
6. *Соколович В.Е., Турчин В.В.* О сульфатостойкости тампонажных растворов // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 1986. – № 5. – С. 21.
7. *Turchin V., Yudina L., Sattarova A.* Research sulfate resistance of cement-containing composition // Procedia Engineering. Сер. "Modern Building Materials, Structures and Techniques". – 2013. – С. 1166–1172.

Игнатьева А.Д., студент, e-mail: anastasiya-d.94@yandex.ru;
Хакимуллин Р.Р., магистрант, e-mail: gism@istu.ru;
Репина И.И., старший преподаватель, e-mail: gism@istu.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Применение активизированного микрокремнезема (МК-85) для получения водостойких композиций

Аннотация. В представленной работе рассмотрено применение активной минеральной добавки для получения композитов на основе сульфата кальция с повышенными физико-механическими характеристиками, в частности, для получения водостойких материалов на их основе. В качестве модифицирующего компонента доказана эффективность использования микрокремнезема, обладающего высокой степенью дисперсности. Химический состав и высокая удельная поверхность способствуют улучшению основных физико-технических параметров материала, однако при

длительном хранении происходит процесс агрегации добавки, что приводит к снижению показателей как пуццолановой активности, так и активности, связанной с величиной удельной поверхности. Данное изменение свойств модификатора приводит к получению композита со сниженными физико-техническими показателями. Известно, что одним из возможных способов повышения активности порошкообразных материалов, характеризующихся высокой удельной поверхностью, является применение механоактивации либо сочетание данного метода с использованием дополнительных химических компонентов.

Повышение удельной поверхности возможно за счет механического воздействия на вяжущее. В процессе активации удельная поверхность не только увеличивается, но и улучшается качество новообразованной поверхности материала. Также, устранение агрегационного состояния путем проведения комплексной механоактивации позволяет снизить влияние данного фактора и получить материалы повышенного качества со сниженной себестоимостью.

Ключевые слова: дисперсные модификаторы, микрокремнезем, водостойкость, механоактивация, удельная поверхность

В настоящее время все большее распространение получают материалы на основе воздушных вяжущих, поскольку в некоторых случаях они не менее эффективны чем гидравлические и при этом являются экономически более выгодным вариантом. Воздушные вяжущие представляют собой материалы, основным компонентом которых является сульфат кальция [1]. Помимо экономического эффекта от использования данный вид вяжущих обладает рядом других положительных свойств. Однако, у композиционных материалов на основе данных вяжущих есть и некоторые недостатки физико-механических показателей. Одна из наиболее существенных отрицательных характеристик недостаточная водостойкость, существенно ограничивающая сферу применения материала.

Для улучшения физико-механических характеристик композита оптимальным решением можно считать введение в его состав активных минеральных добавок искусственного происхождения. К одним из наиболее распространенных модификаторов данного типа относится микрокремнезем, что доказано ранее проведенными исследованиями [2–4]. В данном исследовании был использован высокодисперсный микрокремнезем МК-85 производства г. Челябинск. Изначально высокая степень дисперсности микрокремнезема позволяет использовать данный материал в качестве высокоэффективной добавки. Еще одно из важнейших требований, предъявляемых к порошкообразным добавкам – отсутствие склонности материала к агломерации и агрегации частиц. Кроме того, данные процессы не должны проявляться в течение времени хранения и использования добавки. Однако, по истечении заводского срока годности модификаторы теряют первоначальные свойства. Происходит снижение исходных показателей пуццолановой активности добавки, в том числе из-за возникновения агрегационного состояния. Таким образом, при использовании модифицирующего компонента со сниженными физико-механическими характеристиками, в том числе с более низким показателем удельной поверхности относитель-

но начального значения, получается композит, не отвечающий в полной мере предъявляемым требованиям по прочности и водостойкости.

В данном случае необходимо привести используемый материал к начальным свойствам и показателям механических характеристик. Одним из способов повышения активности порошкообразных модификаторов с высоким показателем удельной поверхности является проведение механоактивации, либо сочетание данного метода с введением дополнительных химических компонентов.

Повышение показателя удельной поверхности применимо как к самому вяжущему, используемому для создания композита, так и по отношению к вводимому активному модификатору. Как известно из работы [5] механоактивация порошковых материалов выводит их из равновесного состояния и позволяет восстановить активные соединения в твердом теле используемого материала. Для проведения исследований в данной работе использовался высокодисперсный микрокремнезем, срок хранения которого превысил гарантийный. Вследствие этого было установлено наличие процессов агрегации частиц добавки, что приводит к снижению её активирующих свойств.

На рис. 1 представлены данные по оказателю прочности для композитов с добавлением микрокремнезема в соотношении от 1 до 10 % от массы вяжущего. По результатам испытаний можно сделать вывод о том, что введение данного количества добавки не эффективно как с экономической стороны, так и с точки зрения полученных характеристик, поскольку модифицированные образцы не превышают по своим показателям прочности контрольный состав.

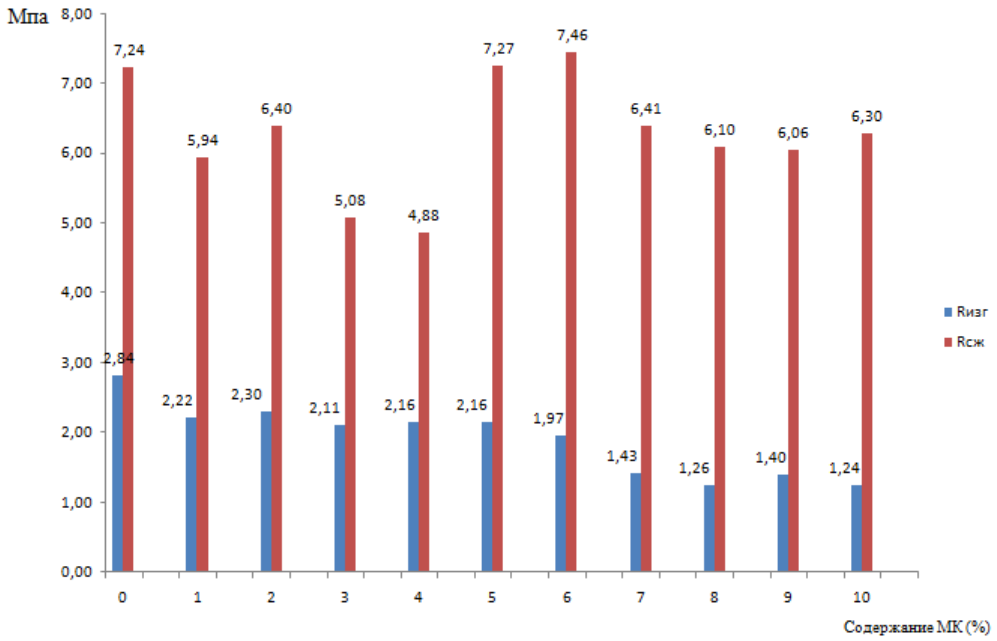


Рис. 1. Показатели прочности композита с введенным модификатором (1-10 %)

Для подбора оптимального состава также проводились испытания образцов с меньшим процентом МК-85 в смеси. На рис. 2 представлены прочностные показатели композита с введенным модификатором, не подверженным механической активации.

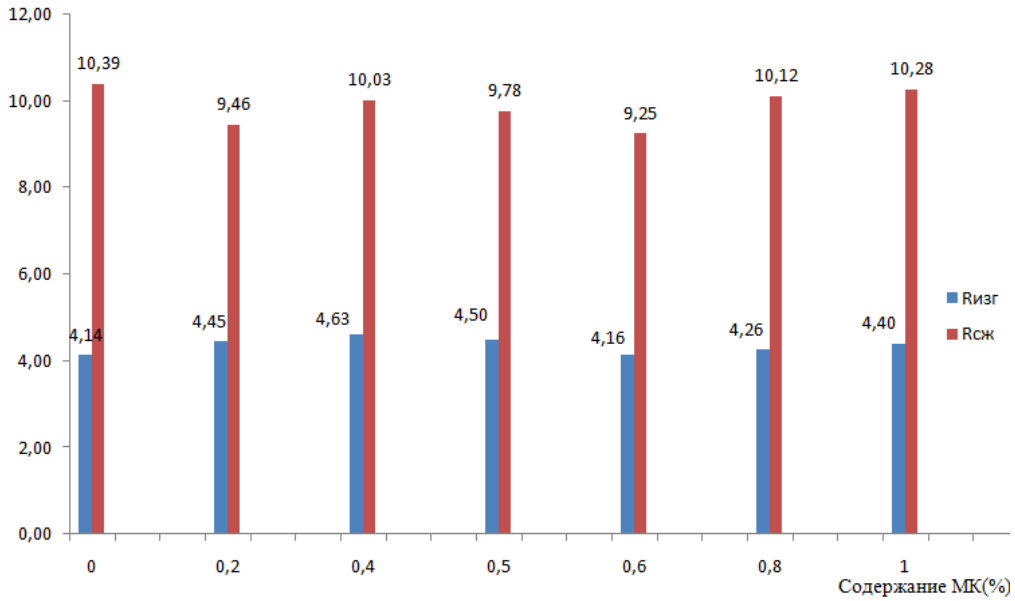


Рис. 2. Показатели прочности композита с введенным модификатором (0,2-1 %)

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что оптимальным по прочностным характеристикам является состав № 7, с активной минеральной добавкой в количестве 1 % от массы вяжущего. Дальнейшие исследования проводились с использованием данного состава.

С целью устранения негативного агрегационного фактора была проведена механоактивация во временном промежутке до 5 минут с шагом в 1 минуту. Исходя из полученных результатов, оптимальным составом является композит с проведением механической активации в течение 3 минут.

Испытания на прочность были проведены в возрасте 7 суток, как для контрольного образца с введенным модификатором, так и для образца оптимального состава с добавлением микрокремнезема, подверженного механоактивации. По результатам проведенных испытаний наблюдается повышение данной характеристики материала на 9,5 % за счет введения активизированной добавки.

Кроме того, при проведении активации добавки в течение меньшего времени, достигнутые результаты превышают значения контрольного образца незначительно. Данный эффект можно объяснить недостаточностью активизации частиц модификатора после 1 и 2 минут проведения механоактивации. Если рассматривать показатели, полученные при более длительном механическом воздействии на добавку, то очевидно установление диапазона результатов, близкого к тому, который получен при 3-хминутной механоактивации. Следовательно, дальнейшее увеличение временного промежутка активации порошкообразного модификатора является нецелесообразным.

Таким образом, для модификации воздушных минеральных вяжущих эффективно использование высокодисперсных порошкообразных добавок. При этом компоненты, дополнительно вводимые в состав вяжущего, должны обладать высокими показателями пуццолановой активности и удельной поверхности. Если данные характеристики модификатора не соответствуют требуемым показателям, то оптимальным способом повышения активности добавки явля-

ется проведение комплексной механической активации, с целью устранения агрегационного состояния и агломерации составляющих модификатора.

Список литературы

1. *Юдина Л.В.* Испытание и исследование строительных материалов: учебное пособие. – Ижевск : Изд-во ФГБОУ ВПО «ИжГТУ», 2005. – 236 с.
2. *Бурьянов А.Ф., Гордина А.Ф., Полянских И.С, Сельнов С.А., Токарев Ю.В.* Водостойкие гипсовые материалы, модифицированные цементом, микрокремнеземом и наноструктурами // Строительные материалы. – 2014. – № 6. – С. 35–37.
3. *Гордина А.Ф., Яковлев Г.И., Полянских И.С, Керене Я., Фишер Х.-Б., Рахимова Н.Р., Бурьянов А.Ф.* Гипсовые композиции с комплексными модификаторами структуры // Строительные материалы. – 2016. – № 1–2. – С. 90–95.
4. *Токарев Ю.В., Гинчицкий Е.О., Гинчицкая Ю.Н., Гордина А.Ф., Яковлев Г.И.* Влияние комплекса добавок на свойства и структуру гипсового вяжущего // Строительные материалы. – 2016. – № 1–2. – С. 84–89.
5. *Каченюк М.Н., Сметкин А.А.* Эволюция структуры композиционных частиц при механоактивации порошковых смесей на основе титана, карбида кремния и углерода // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – С. 48–54.

Кашбуллина Г.Г., магистрант, e-mail: guzelkas-415@mail.ru;
Бушмелева Г.В., к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Методы определения сметной стоимости строительства в Российской Федерации

Аннотация. Статья посвящена методам формирования цен на строительную продукцию и услуги в Российской Федерации в условиях современности. Авторами рассмотрены особенности каждого из методов определения стоимости, процесс составления сметной документации.

Ключевые слова: сметная стоимость, ресурсный метод, ресурсно-индексный метод, базисно-индексный метод, метод на основе укрупненных сметных нормативов.

В настоящее время размер капитальных вложений для строительства, реконструкции, капитального ремонта, технического перевооружения определяется сметной стоимостью.

На основе сметной документации осуществляются также учет и отчетность, хозяйственный расчет и оценка деятельности строительно-монтажных (ремонтно-строительных) организаций и заказчиков. Исходя из сметной стоимости определяется в установленном порядке балансовая стоимость вводимых

в действие основных фондов по построенным предприятиям, зданиям и сооружениям.

Сметная стоимость – сумма денежных средств, необходимая для осуществления строительства в соответствии с проектной документацией.

Т.к. каждый строительный объект уникален и имеет свои особенности, то для определения его сметной стоимости используются различные методы.

При составлении смет (расчетов) могут применяться следующие методы определения стоимости:

– ресурсный;
– ресурсно-индексный;
– базисно-индексный;
– на основе укрупненных сметных нормативов в т.ч. банка данных о стоимости ранее построенных или запроектированных объектов-аналогов [1].

При **ресурсном методе** определения стоимости осуществляется калькулирование в текущих (прогнозных) ценах и тарифах ресурсов (элементов затрат), необходимых для реализации проектного решения. Калькулирование ведется на основе выраженной в натуральных измерителях потребности в материалах, изделиях, конструкциях, данных о расстояниях и способах их доставки на место строительства, расхода энергоносителей на технологические цели, времени эксплуатации строительных машин и их состава, затрат труда рабочих. Указанные ресурсы выделяются из состава проектных материалов, различных нормативных и других источников [1].

Ресурсный метод составления смет был утвержден Министерством строительства России в 1992 году и введен в действие письмом от 10 ноября 1992 года № БФ-926/12. Этот метод рекомендуется применять при капитальном ремонте, реставрации и специализированном строительстве на региональном уровне, когда появляется возможность управления ценообразующими факторами через соответствующие административные службы.

Этот метод позволяет в дальнейшем достаточно точно пересчитывать сметную стоимость на новые цены. Ресурсный метод позволяет с наибольшей точностью определять сметную стоимость строительной продукции в любой момент времени. В сметах, рассчитанных данным методом, учтены дополнительные расходы на ресурсы, возникающие по ходу строительства.

Наибольшее применение данный метод получил на предприятиях топливно-энергетического комплекса и дорожно-строительной отрасли.

Однако, при высокой точности методики, многие специалисты отмечают и существенные недостатки данного метода, такие как:

- многократно увеличивается трудоемкость и общий объем сметной документации;
- серьезная работа, связанная с анализом и регистрацией всех строительных ресурсов в РЦЦС (региональный центр ценообразования в строительстве). Самой трудной для сметчиков задачей в данном случае является необходимость проставления стоимости на тысячи позиций материальных ресурсов, имеющих основное и вспомогательное назначение;

- трудоемкость составления сводного сметного расчета на стадии проектирования, так как ни у заказчика, ни у проектировщика нет сведений о стоимости каждого из видов ресурсов в регионе;
- сложные и постоянные пересчеты стоимостной ресурсной сметы из-за быстрого изменения цен на рынке;
- затруднения в части учета повышенных тарифных ставок (если работы выполняются в тяжелых или вредных условиях, так как долю таких работ приходится выделять как по отдельным позициям в сметной документации, так и в целом);
- ресурсная методика составления сметной документации на крупные объекты с обширной номенклатурой ресурсов может использоваться только в том случае, если применяются компьютеры и специальные программы;
- трудность осуществления контроля заказчиком стоимости строительства из-за того, что нет возможности отследить цены на региональных уровнях.

Ресурсно-индексный метод предусматривает сочетание ресурсного метода с системой индексов на ресурсы, используемые в строительстве [1].

Индекс цен – отношение базовых цен к текущим. Рекомендации по расчету индексов изменения цен опубликованы в письме Минстроя России от 13.11.96 № ВБ-26/12-367. Для расчета индексов используют ресурсно-технологическую модель, которая состоит из ресурсного и стоимостного блока. Ресурсный блок включает укрупненные и фиксированные по величине объемы работ, расход материалов на единицу измерителя, нормативную заработную плату и время эксплуатации машин. Стоимостной блок включает данные о росте цен на ресурсы, используемые в строительстве и уровень инфляции в стране на определенный период [3].

Индексы предназначены для формирования начальной (максимальной) цены торгов при подготовке конкурсной документации, общеэкономических расчетов в инвестиционной сфере для объектов капитального строительства, финансирование которых осуществляется с привлечением средств федерального бюджета. Для взаиморасчетов за выполненные работы указанные индексы не предназначены [2].

Индексы изменения сметной стоимости ежемесячно обновляются и публикуются письмами Минстроя и Минрегиона на различные виды сметной стоимости, такие как:

- строительно-монтажные и пусконаладочные работы по объектам строительства, определяемые с применением федеральных и территориальных единичных расценок;
- строительно-монтажные работы, определяемые с применением отраслевой сметно-нормативной базы;
- проектные и изыскательские работы;
- оборудования;

- строительно-монтажные работы, выполняемые на объектах магистрального трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов, на территории субъектов РФ.

Исходными данными для определения затрат при ресурсно-индексном методе являются:

- количество рабочих дней, для определения размера заработной платы работников, которые выполняют определенную работу по обслуживанию строительных машин;
- время, в течении которого использовались машины в строительстве;
- количество используемых материалов, изделий, деталей, а также конструкций.

Базисно-индексный метод определения стоимости строительства основан на использовании системы текущих и прогнозных индексов по отношению к стоимости, определенной в базисном уровне цен.

На различных стадиях инвестиционного процесса для определения стоимости в текущем (прогнозном) уровне цен используется система текущих и прогнозных индексов.

Для пересчета базисной стоимости в текущие (прогнозные) цены могут применяться индексы:

- к статьям прямых затрат (на комплекс или по видам строительно-монтажных работ);
- к итогам прямых затрат или полной сметной стоимости (по видам строительно-монтажных работ, а также по отраслям народного хозяйства).

Индекс состоит из целых чисел и двух знаков после запятой.

Приведение в уровень текущих (прогнозных) цен производится путем перемножения элементов затрат или итогов базисной стоимости на соответствующий индекс с последующим суммированием итогов по соответствующим графам сметного документа, при этом для пересчета стоимости эксплуатации машин в соответствующий уровень цен рекомендуется применять индекс на эксплуатацию машин, а к оплате труда механизаторов, входящей в стоимость эксплуатации машин, – индекс на оплату труда [1].

В отличие от ресурсно-индексного метода, раздельного определения расхода ресурсов в натуральных показателях обычно не делается.

Базисно-индексный метод приближает стоимость строительства к оптимальному уровню, так как стоимость всех ресурсов в текущем уровне цен определяется по результатам ежемесячного отслеживания и расчета средних и средневзвешенных цен, проводимых центрами по ценообразованию в строительстве. Применение индексов на отдельные ресурсы, статьи затрат, по видам работ и конструктивным элементам к базисной их стоимости позволяет с заданной точностью определять стоимость в текущем уровне цен, исключая при этом индивидуальные затраты подрядчика.

При применении базисно-индексного метода заказчик получает гарантию, что его расходы на создание строительной продукции не превысят среднерегионального уровня. Этот метод ориентирует участников строительного рынка на обоснованный уровень затрат и расходов, а не на возмещение всех фактических издержек подрядных организации, включающих перерасход материальных ресурсов, потери рабочего и машинного времени, низкую производительность труда, оплату услуг посредников и т. п.

Базисно-компенсационный метод состоит в том, что определяется базисная стоимость с учетом *ожидаемых* изменений цен и тарифов, а в процессе строительства она уточняется в зависимости от *фактических* изменений этих цен и тарифов.

Этот метод наиболее выгоден подрядчику, т.к. позволяет компенсировать все неучтенные расходы, такие как удорожание материала, простои, но из-за отсутствия возможности контролировать расходование ресурсов и отсутствие на начало строительства твердой цены объекта строительства, редко кто из заказчиков соглашается использовать данный метод.

Базисно-компенсационный метод появился относительно недавно и ныне используется очень редко.

При **методе применения банка данных** о стоимости ранее построенных или запроектированных объектов используются стоимостные данные по ранее построенным или запроектированным аналогичным зданиям и сооружениям [1].

Подрядчик, обнаруживший в ходе строительства не учтенные технической документацией работы и в связи с этим необходимость приведения дополнительных работ и увеличение сметной стоимости строительства, обязан сообщить об этом заказчику.

Заказчик вправе вносить изменения в техническую документацию при условии, если вызываемые этим дополнительные работы не меняют характера предусмотренных в договоре строительного подряда работ.

Этот метод используется, как правило, для определения стоимости строительства объектов на предпроектной стадии.

Выбор метода составления сметной документации законодательством не регламентируется и осуществляется в каждом конкретном случае в зависимости от условий договора (контракта), от наличия исходных данных, требований действующих нормативных документов и общей экономической ситуации. Наиболее перспективным считается ресурсный и ресурсно-индексный методы, однако, в настоящее время в строительстве преобладает базисно-индексный метод.

Эффективность того или иного метода ценообразования прежде всего обусловлена тем, насколько полно учитываются в нем возможности строительных организаций компенсировать свои затраты на производство продукции и обеспечить нормальную рентабельность и конкурентоспособность на рынке подрядных работ.

Список литературы

1. МДС 81-35.2004 Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. М.: Госстрой России, 2004.
2. Письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 4 августа 2014 г. № 15285-ЕС/08 «О рекомендуемых к применению в III квартале 2014 г. индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексах изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексах изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, индексах изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также индексах изменения сметной стоимости оборудования» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70617770/#ixzz44h7An6RV (дата обращения: 18.03.2016).
3. Письмо Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 13.11.1996 N ВБ-26/12-367 «О Методических рекомендациях по расчету индексов цен на строительную продукцию для подрядных строительно - монтажных организаций» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_16681/ (дата обращения: 18.03.2016).

Кашбуллина Г.Г., магистрант, e-mail: guzelkas-415@mail.ru;
Бушмелева Г.В., к.э.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Система формирования цен на строительную продукцию и услуги в Российской Федерации

Аннотация. Статья посвящена вопросам формирования цен на строительную продукцию и услуги в Российской Федерации в условиях современности. Авторами рассмотрены особенности строительного процесса, механизм определения стоимости строительства, процесс составления сметной документации.

Ключевые слова: ценообразование в строительстве, сметная документация, сметная стоимость, особенности строительного процесса

Ценообразование – процесс формирования, контроля и применения цен. Процесс формирования цены в строительной отрасли имеет свои особенности:

1) Абсолютно каждый строительный объект уникален, даже в типовые проекты сумма капитальных вложений в строительство будет различна (на это влияют геологические условия, район строительства, стесненность строительной площадки, сезон строительства и т.д.).

2) Строительство является крупнейшей отраслью народного хозяйства. Результатом строительного производства являются здания сооружения различного назначения.

В условиях современной рыночной экономики, важной и актуальной задачей является изучение и анализ методов формирования цены на строительную продукцию, поиск новых, более совершенных решений, а также выбор правильной ценовой стратегии пользователем (заказчиком, подрядчиком).



Рис. 1. Состав сметной стоимости строительства

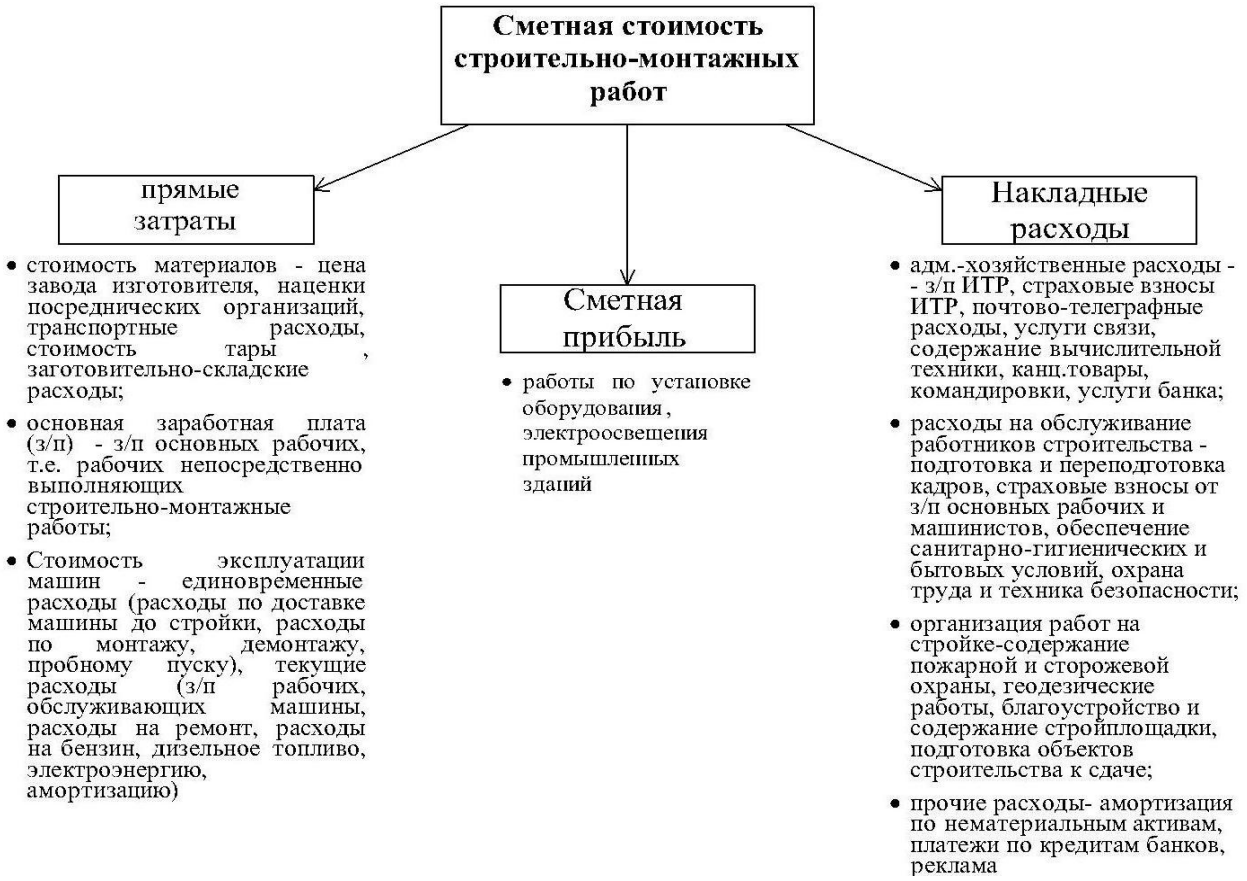


Рис. 2. Состав сметной стоимости строительно-монтажных работ

На сегодняшний день, в Российской Федерации размер капитальных вложений для строительства, стоимость выполненных работ за подрядные работы, сумма расходов по приобретению оборудования и доставки его на строительные площадки определяется сметной стоимостью.

Сметная стоимость – сумма денежных средств, необходимая для осуществления строительства в соответствии с проектной документацией.

Различают сметную стоимость строительства и сметную стоимость строительно-монтажных работ, их состав и структура отображены на рис. 1 и рис. 2 соответственно.

Прямые затраты (ПЗ), в составе сметной стоимости СМР, определяются по сборникам территориальных единичных расценок (ТЕР-2001), либо на основе государственных элементных сметных норм (ГЭСН-2001).

Накладные расходы (НР) определяют согласно «Методических указаний по определению величины накладных расходов в строительстве» (МДС 81-33.2004). Накладные расходы состоят из 4 групп (рис.2). Накладные расходы определяются в % от расходов на оплату труда в составе ПЗ. (основная з/п и з/п машинистов) [2].

При этом используют:

1) Укрупненные нормативы НР по видам строительства: промышленное строительство – 106 %; жилищно-гражданское строительство – 112 %; капитальный ремонт – 95 %.

2) Нормативы НР по видам СМР.

3) Индивидуальные номы НР.

< 13 * 3 * 4 > ПК РИК (вер.1.3.091125) тел./факс (495) 347-33-01 Форма 4

Стройка:

Объект: 2 очередь строительства

ЛОКАЛЬНАЯ СМЕТА № 04-01
(Локальный сметный расчет)
на Наружные сети теплоснабжения (2 очередь)

Сметная стоимость: **89.911** тыс. руб.
монтажных работ: **51.287** тыс. руб.
Нормативная трудоемкость: **0.330** тыс.чел.ч
Сметная заработная плата: **2.877** тыс. руб.

Составлена в базисных ценах на 01.2001 г. по НБ: "ГЭСН 2001 "ТЕР-2001 Ростовская область""

№ поз.	Шифр и № позиции норматива	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Количество	Стоим. ед., руб.		Общая стоимость, руб.			Затр. труда рабочих, не зан. обсл. машин, чел-ч	
					всего	экс. маш.	всего	оплата труда осн. раб.	экс. маш.	обслуж. машины	
					оплата труда осн. раб.	в т.ч. опл. труда мех.			в т.ч. опл. труда мех.	на ед.	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Раздел 1. ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ (по проекту)									
1.	ТЕР 01-01-009-14	Разработка грунта в отвал в траншеях экскаватором "обратная лопата" с ковшом вместимостью 0,5 (0,5-0,63) м3, группа грунтов: 2	1000 м3 грунта	0.072	3 354.43 318.35	3 354.43	241.52		241.52 22.92	30.09	2.16648
2.	ТЕРр 66-16-1	Демонтаж трубопроводов в непроходных каналах краном, диаметром труб до 50 мм	100 м трубопроводов	0.36	394.45 191.01	196.80 19.78	142.00	68.76	70.85 7.12	22.4 1.87	8.064 0.6732
3.	ТЕР 23-01-001-1	Устройство основания песчаного 0,15 м	10 м3 основания	0.2565	797.80 95.71	32.19 4.63	204.64	24.55	8.26 1.19	11.73 0.4375	3.008745 0.1122188
		Объем: 19*0.9*0.15									
		*Начисления: ОЗП = *(1.15), ЭМ = *(1.25), ЗПМ = *(1.25)*									

Рис. 3. Пример локальной сметы

Клуб на станции Лапшинская Котовского муниципального района Волгоградской области, проектирование и строительство
(наименование стройки)

ОБЪЕКТНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № 02-01
(объектная смета)

на строительство , здание
(наименование объекта)

Сметная стоимость 30 786.63 тыс.руб.
Средства на оплату труда 3 902.67 тыс.руб.
Расчетный измеритель единичной стоимости
Составлена в ценах по состоянию на 1 кв. 2011 г.

№ пп	Номера сметных расчетов (смет)	Наименование работ и затрат	Сметная стоимость, тыс.руб.					Средства на оплату труда, тыс.руб.	Показатели единичной стоимости
			строительных работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих	всего		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Локальные сметные расчеты									
1	02-01-01	Общестроительные работы ниже 0.00	10038,89	6,58			10045,47	1275,2	
2	02-01-02	Общестроительные работы выше 0.00	14392,74				14392,74	1799,13	
3	02-01-03	Водопровод	273,67				273,67	31,57	
4	02-01-04	Канализация	119,26				119,26	16,6	
5	02-01-05	Отопление и вентиляция	1415,9	9,34			1425,24	159,17	
6	02-01-06	Электрическое освещение (внутреннее)		1137,39	14,86		1152,25	227,81	
7	02-01-07	Электрическое оборудование(внутреннее)		1115,09	122,16		1237,25	298,43	
8	02-01-08	Технологическое оборудование	17,66		1765,89		1783,55		
9	02-01-09	Автоматическая система пожарной сигнализации		255,93	27,66		283,59	69,14	
10	02-01-10	Дымоудаление		14,06	2,51		16,57	5,87	
11	02-01-11	Телефонизация		7,59			7,59	2,28	
12	02-01-12	Радиофикация		49,45			49,45	17,47	
		Всего по объектной смете	26258,12	2595,43	1933,08		30786,63	3902,67	

Директор ГУП ВОАПБ

Составил:

Проверил:

Рис. 4. Образец объектной сметы

Сметная прибыль (СП) – средство, предназначенное для покрытия расходов подрядных организаций, на развитие производства и материальное стимулирование работников.

Определяется в % от расходов на оплату труда в составе ПЗ (основная з/п и з/п машинистов) [3].

При этом используют:

1) Общеотраслевые нормативы СП: новое строительство – 65 %; ремонтные работы – 50 %.

2) Нормы СП по видам СМР.

3) Индивидуальные нормы СП.

Для определения сметной стоимости составляют следующие виды сметной документации:

Локальные сметы (рис. 3) – служат для определения сметной стоимости отдельных видов работ. Все работы в локальной смете располагают с учетом технологической последовательности и их выполнения.

Объектные сметы (расчеты) (рис. 4) – составляются на объекты в целом путём суммирования данных локальных смет с группировкой работ и затрат по соответствующим графам сметной стоимости «строительных работ», «монтажных работ», «оборудования, мебели и инвентаря», «прочих затрат». Под объектом строительства понимается отдельно стоящее здание (производственный корпус или цех, склад, вокзал, овощехранилище, жилой дом, клуб и т.п.) или сооружение (мост, тоннель, платформа, плотина и т.п.) со всеми относящимися

к нему обустройствами (галереями, эстакадами и т.п.), оборудованием, мебелью, инвентарем, подсобными и вспомогательными устройствами, а также при необходимости с прилегающими к нему инженерными сетями и общеплощадочными работами (вертикальная планировка, благоустройство, озеленение и т.п.).

Сводный сметный расчет стоимости строительства (рис. 5) – необходим для определения сметной стоимости всего строительства. Сметная стоимость каждого объекта, предусмотренного проектом, распределяется по графам, обозначающим сметную стоимость «строительных работ», «оборудования, мебели и инвентаря», «прочих затрат» и «общая сметная стоимость».

Решение об учитываемом в сводном сметном расчете уровне цен принимается заказчиком в задании на проектирование.

Состоит из 12 глав [1]:

1. «Подготовка территории строительства» (в эту главу включаются средства на работы и затраты, связанные с отводом и освоением застраиваемой территории).
2. «Основные объекты строительства» (сметная стоимость объекта из объектной сметы).
3. «Объекты подсобного и обслуживающего назначения».
4. «Объекты энергетического хозяйства».
5. «Объекты транспортного хозяйства и связи».
6. «Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплоснабжения и газоснабжения».
7. «Благоустройство и озеленение территории».
8. «Временные здания и сооружения» (определяются в % от сметной стоимости строительных и монтажных работ от итого по главам 1–7; норма затрат принимается по ГСН 81-05-01-2001 «Сборник сметных норм, затрат на строительство временных зданий и сооружений»).
9. «Прочие работы и затраты». Включают:
   - доп. затраты при производстве СМР в зимнее время (принимаются в % от сметной стоимости строительных и монтажных работ от итого по главам 1–8, норма затрат из ГСН 81-05-02-2007 «Сборник сметных норм, затрат при производстве СМР в зимнее время»);
   - средства на покрытие затрат строительных организаций по добровольному страхованию работников и имущества (до 3 % от итого по главам 1–8);
   - затраты, связанные с премированием за ввод в действие построенных объектов (определяется расчетом от итого по графам 4 и 5 сводного сметного расчета.
10. «Содержание службы заказчика-застройщика (технического надзора) строящегося предприятия» (определяется в % от итого по главам 1–9 – 2,6 %).
11. «Подготовка эксплуатационных кадров».

Сводный сметный расчет стоимости строительства объекта:

"Физкультурно-оздоровительный комплекс с бассейном в с.Зилаир РБ".

№ п/п	Номера сметных расчетов (смет)	Наименование глав, объектов, работ и затрат	Сметная стоимость				Общая сметная стоимость
			строительных (ремонтно-строительных) работ	монтажных работ	оборудования, мебели, инвентаря	прочих затрат	
1	2	3	4	5	6	7	8
		Гл.1. Подготовка территории строительства					
1	1% от гл.2,3	Общеплощадочные работы	716,095				716,095
		Итого по главе 1	*716,095*				*716,095*
		Гл.2. Основные объекты строительства					
2	Объектная смета №1	Сметная стоимость объекта	44315,227	1247,348	12473,475		71609,493
		Итого по главе 2	*44315,227*				*71609,493*
		Гл.3. Объекты подсобного и обслуживающего назначения					
		Гл.4. Объекты энергетического хозяйства					
3	ОС №1, СР №11	Кабель на эл. Сеть	9138,388				9138,388
		Итого по главе 4	*9138,388*				*9138,388*
		Гл.5. Объекты транспортного хозяйства и связи					
4		Сети связи	68,000				68,000
		Итого по главе 5	*68,000*				*68,000*
		Гл.6. Наружные сети и сооружения водоснабжения, канализации, теплоснабжения и газоснабжения					
5	ОС №1, СР №4	Сети водопровода	1817,600				1817,600
6	ОС №1, СР №7	Канализация	251,680				251,680
7	ОС №1, СР №1	Теплосеть	111,200				111,200
		Итого по главе 6	*2180,480*				*2180,480*
		Гл.7. Благоустройство и озеленение территории					
8	ОС №1, СР №13	Проезды	4658,940				4658,940
9	ОС №1, СР №13	Озеленение	1962,240				1962,240
		Итого по главе 7	*6621,180*				*6621,180*
		Итого по главам 1-7	*63039,370*	*1247,348*	*12473,475*		*90333,636*
		Гл.8. Временные здания и сооружения					
10	ГСН 81-05-01-2001г п.4.2	Временные здания и сооружения	693,433	22,45225536			693,433
		Итого по главе 8	*693,433*	22,45225536			*693,433*
		Итого по главам 1-8	*63732,803*	*1247,348*	*12473,475*		*91027,069*
		Гл.9. Прочие работы и затраты					
11	ГСН 81-05-02-2007г п.11.4 1,5%	Зимнее удорожание				1083,458	1083,458
12	НК РФ ст.255,263 0,5%	Средства на покрытие затрат по добровольному страхованиюработников и имущества				455,135	455,135
13	5%	Затраты, связанные с премированием за ввод в действие объекта				3249,008	3249,008
		Итого по главе 9				*4787,601*	*4787,601*
		Итого по главам 1-9	*63732,803*	*1247,348*	*12473,475*	*4787,601*	*95814,669*
14	2,6%	**Гл.10.Содержание службы заказчика, застройщика**				2491,181	2491,181
		Итого по главе 10				*2491,181*	*2491,181*
		Гл.11. Подготовка эксплуатационных кадров					
		Гл.12. Проектные и изыскательские работы, авторский надзор					
15	1,5%	Проектно-изыскательские работы				1437,220	1437,220
16	5%	Экспертные работы				71,861	71,861
17	0,2%	Авторский надзор				191,629	191,629
		Итого по главе 12				*1700,710*	*1700,710*
		Итого по главам 1-12	*63732,803*	*1247,348*	*12473,475*	*8979,492*	*100006,561*
	МДС81-35.2004г 2%	**Резерв на непредвиденные работы и затраты**	**1274,656**	**24,947**	**249,470**	**179,590**	**2000,131**
		Всего по сводному сметному расчету	**65007,459**	**1272,294**	**12722,945**	**9159,082**	**102006,692**
	15%	**В том числе возвратные суммы**	**104,015**	**3,368**			**107,383**
	18%	**Средства по уплате НДС**	**11701,343**	**229,013**	**2290,130**	**1648,635**	**15869,120**
		Всего с НДС					**117875,813**

Рис.5. Образец сводного сметного расчета

12. «Проектные и изыскательские работы, авторский надзор». Проектно-изыскательные работы (принимают в % в зависимости от назначения объекта):

- экспертные работы (в % от проектно-изыскательных работ);
- авторский надзор (% от итого по главам 1–9).

Стоимость работ в составе сметной документации определяется в двух уровнях цен: базисном (на период 2001 года) и текущем. Для перехода из базисных цен в текущие, центром ценообразования, каждый месяц разрабатываются индексы пересчета.

Ценообразование – важнейший инструмент регулирования взаимоотношений между участниками строительства (заказчиком, подрядчиком, проектировщиком, потребителем и т.д.).

В настоящее время, учитывая многолетнюю практику, в Российской Федерации сложилась специфическая система ценообразования, имеющая свои особенности, в связи с уникальностью строительного процесса, а именно:

- длительность строительства;
- большое число участников;
- высокий уровень ресурсоемкости;
- многообразие видов строительных объектов;
- высокий уровень инвестиций.

Список литературы

1. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – М., 2004
2. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – М., 2004
3. МДС 81-35.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – М., 2001

Киселева А.А., бакалавр; e-mail: kiseleva.art@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. архитектуры, доцент, профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Экологическая архитектура

Аннотация. В данной статье определяются основные экологические проблемы современного мира и освещаются способы их решения, дается определение экологической архитектуре, рассматриваются экологические принципы строительства, альтернативные источники энергии, современные способы утилизации мусора, новейшие системы создания комфортного микроклимата в здании, современные экологические материалы. На основе плана развития архитектурной науки рассматриваются принципы преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека, при-

водятся примеры решения проблем по энергосбережению, рассматриваются основные планы по развитию экологической архитектуры до 2030 года. Анализируются опыт зарубежных стран в проектировании экологической архитектуры на примере таких стран, как Япония, Китай, Америка. А также рассматриваются учебная программа российских ВУЗов в области экологической архитектуры, которая успешно применяется в последние годы.

Ключевые слова: источник получения энергии, экологические принципы, энергосбережение, способы утилизации, солнечная энергия, «нулевые дома», биосферосовместимые города.

Прогресс не стоит на месте. Создаются новые технологии, строятся небоскребы, возводятся мосты и дороги, стремительно развиваются города, поглощая все большие территории. Современное общество настолько быстро «несется» вперед, что, порой, мы забываем о самом главном, о том, откуда появилась жизнь и мы сами- это природа, экологически чистая среда обитания, которая в последнее время является большой редкостью.

Прежде всего стоит разобраться и четко выявить проблему. Если взглянуть на город с высоты птичьего полета, что мы увидим? Участки твердого покрытия, крыши зданий, бесконечная транспортная сеть, другими словами это темные поверхности, которые аккумулируют солнечное излучение и нарушают круговорот воды в природе, они выпускают испарения, и именно таким образом формируется необратимый процесс, который приводит к глобальному потеплению. Также не менее важной является проблема источников получения энергии. Существует два вида: традиционные и нетрадиционные, первые являются не возобновляемыми источниками (уголь, природный газ, нефть), и следует понимать, что рано или поздно их запасы могут иссякнуть. Эти источники широко использовались в прошлом, но если говорить о будущем, то это нетрадиционные источники- ветроэнергетика, приливная энергетика, солнечная энергетика [4]

Осознавая явные проблемы, мы можем говорить об их решении, ведь оно уже найдено! Это экологическая архитектура- вид строительства, воздействие которого на окружающую среду минимальное. [3] Заметим, что полностью исключить это воздействие невозможно, ведь любое строительство оставляет неизгладимый след на природном ландшафте.

Чтобы построить экологическое здание, необходимо соблюдать экологические принципы строительства:

- Рационализация проектирования, компактность форм и разумное использование пространства. Экологическая архитектура не должна «ломать» природную среду, а наоборот должна подчеркивать и вписываться в изящные формы рельефа. Так же необходимо грамотно ориентировать здание по сторонам света и правильно располагать светло- и тепло пропускные поверхности.
- Ранее мы говорили об альтернативных источниках энергии. Рассмотрим их подробнее. Солнечные батареи используют энергию солнца с высокой эффективностью и широко используются не только в промышленности, но и в частном строительстве. Их работа на прямую зависит от месторасположения и

солнечной активности в разные сезоны года. Солнечная энергия преобразуется в электрическую с помощью фотоэлектрических пластин из кремния. В периоды низкой солнечной активности, в районах с высоким значением средней скорости ветра, целесообразно использовать ветрогенераторы. Так же широко используется тепловые насосы, они позволяют получать геотермальное тепло земли, которое в зимнее время используется в качестве отопления, а летом позволяет отводить тепло для кондиционирования. Такие источники энергии совершенно безопасны для человека и не наносят никакого вреда окружающей среде, но прежде чем выбрать какую установку использовать необходимо тщательно изучить энергопотенциал рассматриваемого района. [4]

- Следующим пунктом является система отопления (охлаждения) с помощью излучающих поверхностей [1]. Такая система является более комфортной для здоровья человека. Она передает тепло человеку посредством волн, не подогревая воздух. Главное ее отличие от традиционной системы состоит в температуре воздуха, в помещении с лучистым отоплением она всегда на 2 градуса ниже, а передача тепла осуществляется нагретыми поверхностями пола потолка и стен. Такая система является более энергоэфективной и экологической.
- «Не мусори там, где живешь,» – гласит известное выражение, и оно совершенно точно описывает следующий принцип экологического строительства- правильные способы утилизации отходов. В настоящее время существует несколько методик утилизации мусора: захоронение мусора, компостирование, но если говорить о более эффективных методах, то это термическая обработка. Она позволяет обезвредить отходы, снизить их объем и использовать их энергетический потенциал для функционирования систем центрального отопления и различных производств. На ступень выше стоит плазменная переработка, в результате которой получается газ из органических соединений, к сожалению, в нашей стране это явление довольно редкое, но во многих странах плазменная переработка широко используется и приносит положительные результаты. [5]
- И конечно экологически чистые материалы. Для возведения стен подойдет силикатный или глиняный кирпич, который изготавливается из смеси известняка с песком, глины. Так же имеет место быть натуральное дерево, но не стоит забывать, что дерево – капризный материал и требует тщательного ухода. [3] Возможно применение натурального камня – это экологический и по-настоящему красивый материал.

Рассматривая план развития архитектурной науки до 2030 г., можно заметить, что экологической проблеме уделено особое внимание [9]. В данном плане указаны принципы преобразования городов в биосферосовместимые и развивающие человека. В данном случае название говорит само за себя, это города, которые основаны на балансе между тремя основными составляющими: население, места удовлетворения потребностей (техносфера) и биосфера. Основная идея – это единение поселения и окружающей природы, ведь человек – это часть природы, без которой его существование невозможно, а значит и техносфера не отделима от биосферы. Если же баланс не достигается, то необходимо

уменьшить плотность населения (эта проблема особенно актуальна для России), либо использовать инновационные программы. Согласно плану развития должны быть разработаны инновационные программы, в основе которых лежит принцип превращения назревшей проблемы в ресурс развития. Например, в России использование только годового выхода шлаков энергетики и металлургии позволяет удвоить производство бетона для программы «Доступное жилье».

Не малое внимание в плане развития архитектурной науки уделено вопросам энергосбережения. [9] Рассматривается разработка научных основ строительной физики для зданий нового типа. Прежде всего все методы направлены на минимизацию суммарного потребления первичных источников энергии и основаны на экологических принципах строительства, рассмотренных ранее. Рассчитываются теплофизические показатели, процессы тепломассопередачи, предполагается использование новейших светопрозрачных материалов с новыми видами остекления. Разрабатывается обобщенная теория расчёта зданий, поселений и целых городов, на основе этой теории разрабатывается карта районирования территории Российской Федерации по энергетическим возможностям. Совершенствуется теория «зеленых» зданий, не потребляющих энергию из вне, но передающих ее другим потребителям. Разрабатываются шумо- и виброзащитные мероприятия на основе методов компьютерного моделирования.

Необходимо помнить, что решение экологических проблем требует усилий всех стран. В мире существует множество потрясающих примеров экологической архитектуры. Например, в городе Фукуока на юго-западе Японии прямо среди огромных небоскребов расположился культурный центр ACROS. Он занял половину городского парка, но при этом явился его продолжением, т.к. южный фасад полностью зеленый. Разнообразные растения парка продолжают подниматься по всему фасаду, образуя террасный сад Семирамиды. А противоположный фасад, обращенный к деловому центру города, ничем не выделяется среди десятка соседних построек. Такое удивительное здание не только образует вокруг себя невероятную среду, но и не дает городу «задохнуться». [2]

Все большую популярность приобретают «нулевые дома» – это дома, которые способны сами себя обеспечивать водными, тепловыми ресурсами и электричеством. К таким зданиям относится башня «Жемчужная река», построенная на юге Китая. Внутри помещений башни находится специальная система кондиционирования и охлаждения. А в фасад вмонтированы панели, которые необходимы для получения солнечной энергии. Также важным фактором является двойное остекление, оно предотвращает нагрев здания. Интересно, что в изначальном проекте здание предполагалось как энергоположительное, то есть не только обеспечивающее себя, но и отдающее энергию другим объектам. Но по ряду причин от этой идеи отказались. [7]

На ряду с отдельными зданиями строятся целые экологические кварталы, которые пользуются бешенной популярностью. В Окленде, штат Калифорния находится квартал Тассафаронга, он расположился на месте заброшенной фаб-

рики. Отвечая самым высоким требованиям современного жилья, он остается доступным для большинства населения. Квартал имеет развитую инфраструктуру и хорошо озеленен. Сами дома имеют хорошо продуманную форму и ориентированы так, чтобы максимально использовать, естественный свет. На крыше установлены солнечные панели, которые преобразуют солнечную энергию в электрическую. [8]

В российских ВУЗах за последние несколько лет сформировался и уверенно закрепился теоретико-практический учебный курс «Экологической архитектуры» [10]. И, если раньше экологическая архитектура рассматривалась в рамках лекций, по архитектурной физике, то сейчас она выделилась в отдельное звено, и студенты успешно выполняют курсовые проекты экологических объектов, при этом уровень сложности заданий постепенно возрастает. Первое обязательное задание - проектирование простой биоклиматической формы, регулирующей ветровой и инсоляционный режим на открытом участке. В ходе выполнения работы студент должен усвоить, что комфортные условия на открытой площадке напрямую зависят от геометрических параметров объекта, которые формируются под влиянием интенсивности муссонных ветров и солнечной радиации. Постепенно студенты приходят к более сложным задачам-проектирование жилого малоэтажного дома с пассивным солнечным отоплением и водяными коллекторами солнечного отопления и горячего водоснабжения, проще говоря – экодома. Студент должен разработать функциональное и планировочное решение здания, обеспечивающее комфортную среду обитания, а также учесть энергоэфективность эксплуатации здания. В курсовом проекте рассматривается весь цикл жизни здания: проектирование, производство и доставка строительных материалов, строительство, эксплуатация здания, его последующая утилизация – без нанесения вреда окружающей среде на каждом этапе жизненного цикла. Завершающим этапом обучения является проект «экологической башни» – высотного административного здания в центральной части города. В данном курсовом проекте студентам необходимо разработать концепцию «экологического небоскреба». Не смотря на развитие объема по вертикали, не зависимо от высоты строения, проектируемое здание должно входить в тесный контакт с человеком и природой, таким образом обеспечивается социальная устойчивость объекта и безболезненное внедрение в окружающую среду. В ходе проектирования студенты создают экологическую структуру в полном понимании этого слова. [10]

Целью разработки учебных пособий по экологической архитектуре является желание кардинально изменить образ мышления будущих специалистов и помочь им дать отпор экологическим проблемам двадцать первого века. Современные программы обучения и курсы лекций способны сформировать полное представление о биоклиматически комфортной и ресурсосберегающей среде.

К сожалению, в нашем ВУЗе отсутствует курс экологической архитектуры. Я считаю, что в сложившейся мировой ситуации знания по экологическому проектированию необходимы современным студентам, ведь именно от нас за-

висит какой будет архитектура в будущем и как будет развиваться строительство.

Рассмотрев основные принципы экологического строительства, мы можем заметить, что построить экологическое здание не так-то просто, необходимо учитывать целый ряд важнейших факторов и грамотно изучать многие процессы. Но с другой стороны, экологическое строительство-это настоящий спасательный круг для человечества, «утопающего» в тоннах бетона, это глоток свежего воздуха, это то, что позволит создать нам комфортную, чистую среду. И все это в наших руках! К сожалению, экологические проблемы достаточно серьезно обострились в последнее время, но в наших силах это остановить. Мы – поколение, которое вступило в новую эпоху – эпоху солнечной энергии, и мы не имеем никакого права упускать возможность, данную нам.

Список литературы

1. Зеленое строительство [Электронный ресурс] // Википедия [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Зелёное_строительство (дата обращения: 21.04.2016).
2. Экоархитектура: 9 "зеленых" построек [Электронный ресурс] // AD. Architectural Digest. Самые красивые дома мира [Сайт]. – URL: http://www.admagazine.ru/arch/41598_eko-arkhitektura-9-zelenykh-postroek.php (дата обращения: 21.04.2016).
3. Экологически чистые материалы для строительства, отделки и декора: что нам стоит экодом построить? [Электронный ресурс] // Комсомольская правда [Сайт]. – Дата размещения: 14.07.2015. – URL: http://www.kp.ru/guide/iekologicheskie-chistye-materialy.html (дата обращения: 21.04.2016).
4. Альтернативные источники энергии в современном мире [Электронный ресурс] // Helios House [Сайт]. – URL: http://www.helios-house.ru/alternativnaya-energiya.html (дата обращения: 21.04.2016).
5. Методы и способы переработки мусора (ТБО) [Электронный ресурс] // Переработка мусора [Сайт]. – URL: http://ztbo.ru/o-tbo/stati/obshie/metodi-i-sposobi-pererabotki-musora-tbo (дата обращения: 21.04.2016).
6. 10 выдающихся объектов экоархитектуры [Электронный ресурс] // RusEcology [Сайт]. – URL: http://www.rusecology.ru/press-center/articles/346/ (дата обращения: 21.04.2016).
7. Энергоэффективный небоскреб: Башня Жемчужной реки [Электронный ресурс] // LiveJournal [Сайт]. – URL: http://masterok.livejournal.com/1046916.html (дата обращения: 21.04.2016).
8. Топ 10 эко-зданий мира 2015 [Электронный ресурс] // Экосалинон [Сайт]. – Дата размещения: 23.04.2015. – URL: http://ecosalinon.com/informaciya/mir/top-10-eko-zdanij-mira-2015.html (дата обращения: 21.04.2016).
9. Прогноз развития фундаментальных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук до 2030 г.: реферативное изложение [Электронный ресурс] // taby27.ru [Сайт]. – URL: http://www.taby27.ru/lib/prognoz-fundamentalnyx-issledovanij-arxitektura-refer.html (дата обращения: 21.04.2016).

10. Экологические проекты в курсе архитектурно-дизайнерского проектирования (основы экологической архитектуры и дизайна в архитектурном вузе) [Электронный ресурс] // www.pal-antvlad.narod.ru/ [Сайт]. – URL: http://www.pal-antvlad.narod.ru/edu.htm (дата обращения: 21.04.2016).

Мазитов М.О., студент, e-mail: mazitov-mo@mail.ru;
Полянских И.С., к.т.н., доцент;
Бекмансуров М.Р., магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Применение отходов производства в качестве сырья для изготовления штучных изделий

Аннотация. В настоящее время накоплено значительное количество техногенных отходов, утилизация которых является значительной проблемой. Известно производство плавиковой кислоты, в результате которого образуется значительное количество техногенного ангидрита (фторангидрит), утилизация которого является актуальной проблемой.

Данный отход производства при определенном химическом составе и тонкости помола может являться сырьем для производства вяжущего вещества и изделий на его основе.

Однако возникает проблема, связанная с процессом гидратации фторангидрита. Сущность данной проблемы заключается в том, что процесс гидратации протекает крайне медленно, и при этом не достигается необходимая прочность.

Одним из решений является введение в вяжущее тесто раствора хлорида натрия (NaCl) и дисперсии нанотрубок. Согласно результатам опытов, для твердения фторангидрита оптимальным является количество 18,5 % (по массе вяжущего) 0,7 %-го раствора хлорида натрия. Известно, что применение дисперсий многослойных углеродных материалов позволяет сформировать плотную, прочную структуру с повышенными физико-техническими характеристиками. Для этой цели в качестве структурирующего компонента использовались 0,005 % нанотрубок (по массе вяжущего).

Введение добавок в состав вяжущего позволяет существенно сократить сроки схватывания и твердения, а также значительно повысить прочность конечного материала.

Ключевые слова: фторангидрит, отход, гидратация, утилизация, прочность

В настоящее время актуальным является обеспечение строительства вяжущими веществами, при этом проблемы возникают не только с технической стороны, но и с экологической, так как производство и использование строительных материалов связано с образованием значительного количества отходов производства. Важное место занимают утилизация и вторичное использование отходов строительного производства, потому что переработка вторсырья позволяет не только существенно уменьшить вред, наносимый окружающей сре-

де, но и одновременно сократить расходы на производство новых композиционных строительных материалов и изделий на их основе.

Так, известно производство плавиковой кислоты, в результате которого образуется значительное количество техногенного ангидрита (фторангидрит), утилизация которого является актуальной проблемой в настоящее время.

На данный момент исследователями разработаны различные варианты утилизации данного вида отхода. В 1995 г. Левченко А.В. и Овчинникова В.Ф. опубликовали статью [1], в которой приводятся результаты утилизации отходов производства плавиковой кислоты путем нейтрализации гипсового отхода гашеной известью с добавлением воды до получения полужидкого теста, которое перемешивают в течение 8–10 мин и после затвердевания используют в качестве вяжущего вещества или добавки к портландцементу. Недостатками данного способа утилизации фторангидрита является сложность технологии и существенное удорожание производства гипсового вяжущего.

Аналогичным является способ, заключающийся в твердофазной нейтрализации гипса. Нейтрализация проводится путем добавления извести и катализатора, с последующим измельчением продукта в шаровой мельнице. В конечном итоге получается безводный сульфат кальция, который является вяжущим материалом и широко применяется в строительстве в качестве сухой штукатурки и различных вяжущих материалов. Также из данного материала делают архитектурные детали для интерьеров, плиты для строительства, облицовочные панели и многое другое.

Недостаток этого способа заключается в том, что получаемый безводный сульфат кальция не обеспечивает требуемых параметров по прочности, водостойкости и морозостойкости, предъявляемых к строительным материалам.

Чебуков М.Ф., Игнатьев Л.П. в своей работе [2] описали способ утилизации гипса из отходов производства плавиковой кислоты или безводного фтористого водорода, включающий обработку исходного материала твердым нейтрализующим агентом. В качестве нейтрализующего агента используют самораспадающийся ферросплавный шлак (отход металлургического производства низко- и среднеуглеродистого феррохрома или феррованадия), процесс ведут до pH 9,5–10,1. Отход производства указанных веществ (фторангидрит) представляет собой пылевидный материал с включением до 15 % гранул размером не более 100 мм. В дальнейшем фторангидрит перемешивался совместно с самораспадающимся ферросплавным шлаком в пропорциях (от массы сухой смеси) 15; 20; 25; 30; 35 до получения теста жесткой консистенции, для чего необходимо было добавлять воду в количестве порядка 23–28 % от массы сухой смеси. После тщательного перемешивания были изготовлены образцы 10x10x10 см, которые после хранения в течение 28 суток в воздушно-влажных условиях испытывались на прочность при сжатии и на морозостойкость в водонасыщенном состоянии. Полученные результаты свидетельствовали о получении материала на основе отхода производства с повышенными прочностными характеристиками, при этом материал обеспечивает необходимую морозостойкость.

В Московском химико-технологическом институте им. Д.И. Менделеева разработан способ утилизации гипсосодержащих технологических отходов [3]. Принцип заключается в производстве гипсокерамического материала путем спекания при температуре от 700 до 1000 °С. Полученный материал обладает высокой прочностью (при сжатии до 120 МПа, при изгибе до 36 МПа) и легкостью обработки.

В настоящее время значительное складирование фторангидрита отмечено в Ергачевском месторождении, г. Пермь. Как было представлено выше, данный отход производства при определенном химическом составе и тонкости помола может являться сырьем для производства вяжущих на его основе, однако необходимо определить основные параметры данного отхода производства с целью оценки возможности его использования для производства штучных изделий.

Гранулометрический состав фторангидрита, применяемого в данном исследовании, представлен в таблице 1.

Таблица 1. **Гранулометрический состав фторангидрита**

Размер сита, мм	20	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	< 0,14
Частный остаток на сите, %	0,7	1,9	6,6	18,0	10,0	18,8	11,6	26,0	6,6
Полный остаток на сите, %	0,7	2,6	9,2	27,2	37,2	56,0	67,6	93,4	100,0

Таблица 2. **Химический состав фторангидрита**

Содержание оксидов элементов и др. веществ, %					
CaO	CaF_2	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3
35,0-36,5	2,2-5,0	2,6-3,4	0,5-0,7	0,2-0,95	46,65-59,5

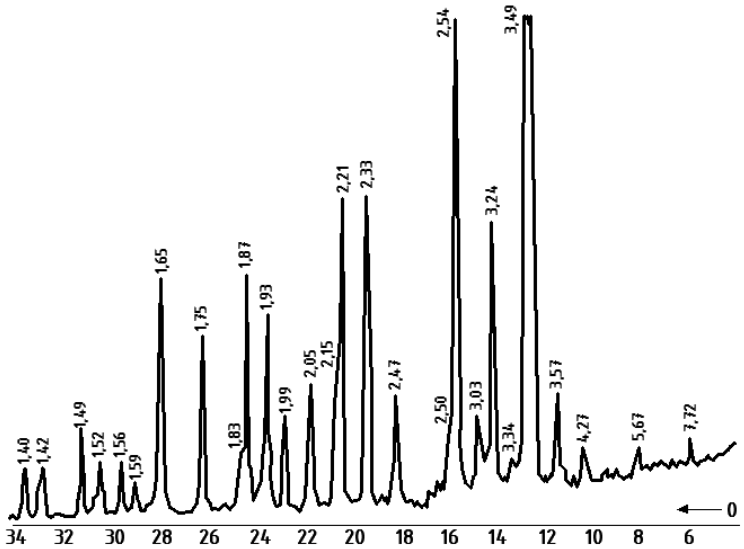


Рис. 1. Рентгенограмма фторангидрита

Таким образом, в дисперсном составе фторангидрита преобладают частицы размерностью ниже 2,5 мм (более 70 %). Удельная поверхность фторангид-

рита сухой нейтрализации составляет 600–800 $см^2/г$, плотность 2250–2920 $кг/м^3$. Насыпная плотность в сухом состоянии 700–900 $кг/м^3$. Растворимость фторангидрита составляет 1,6–1,9 г/л. При проведении экспериментов фторангидрит крупных фракций подвергался помолу и просеиванию на сите № 0,315 мм.

Данные по химическому составу фторангидрита приведены в таблице 2. Рентгенограмма фторангидрита приведена на рис. 1 [4].

Согласно рентгенофазовому анализу, фторангидрит данного месторождения в своем составе содержит более 92 % безводного сульфата кальция $CaSO_4$, включая так же фтористый кальций CaF_2 и карбонат кальция.

Согласно [5], при затворении водой фторангидрит твердеет, при этом образуются растворимый и нерастворимый ангидриты промежуточного соединения $CaSO_4*0{,}62H_2O$. Данное соединение обнаруживается при помощи рентгенофазового анализа в образцах фторангидритового камня на каждой стадии твердения.

В дальнейшем, по истечении значительного количества времени, часть соединения $CaSO_4*0{,}62H_2O$ перекристализовывается в двуводный гипс, а большая часть так и остается в первоначальном состоянии.

Для изготовления композиций на основе фторангидрита изготавливались образцы цилиндрической формы с размерами: диаметр 70 мм, высота 70 мм. Для приготовления композита берется навеска молотого и просеянного на сите № 0,315 фторангидрита, водный раствор хлорида натрия, раствор нанотрубок.

Пример образца, готового к испытаниям, представлен на рис. 2.



Рис.2. Пример образца цилиндрической формы,
испытываемого на прочность при сжатии

Отформованные образцы хранятся в среде с нормальными условиями твердения (температура 20 °С и относительная влажность воздуха 50–65 %).

В качестве активатора твердения фторангидрита использовался хлорид натрия (NaCl), который представляет собой белые кубические кристаллы или белый кристаллический порошок, без запаха. Растворимость в воде:

– 356 г/л (0 °С);
– 359 г/л (+25 °С);

– 391 г/л (+100 °С).

В ходе проведенных исследований был получен следующий график зависимости, представленный на рис. 3.

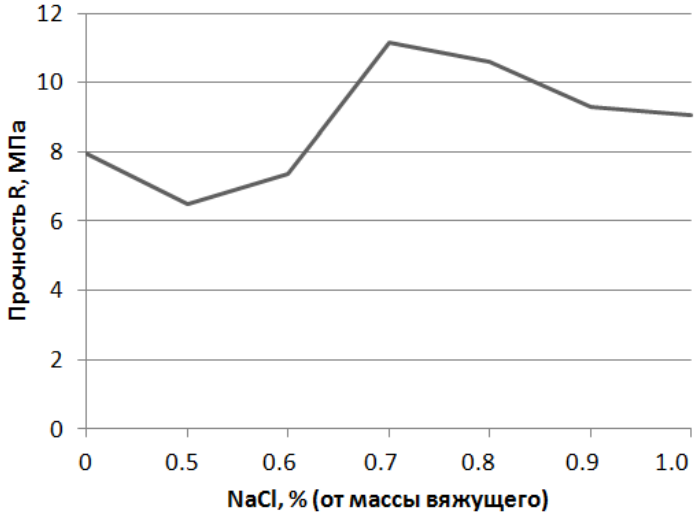


Рис. 3. График зависимости прочности образцов
от концентрации раствора хлорида натрия (NaCl)

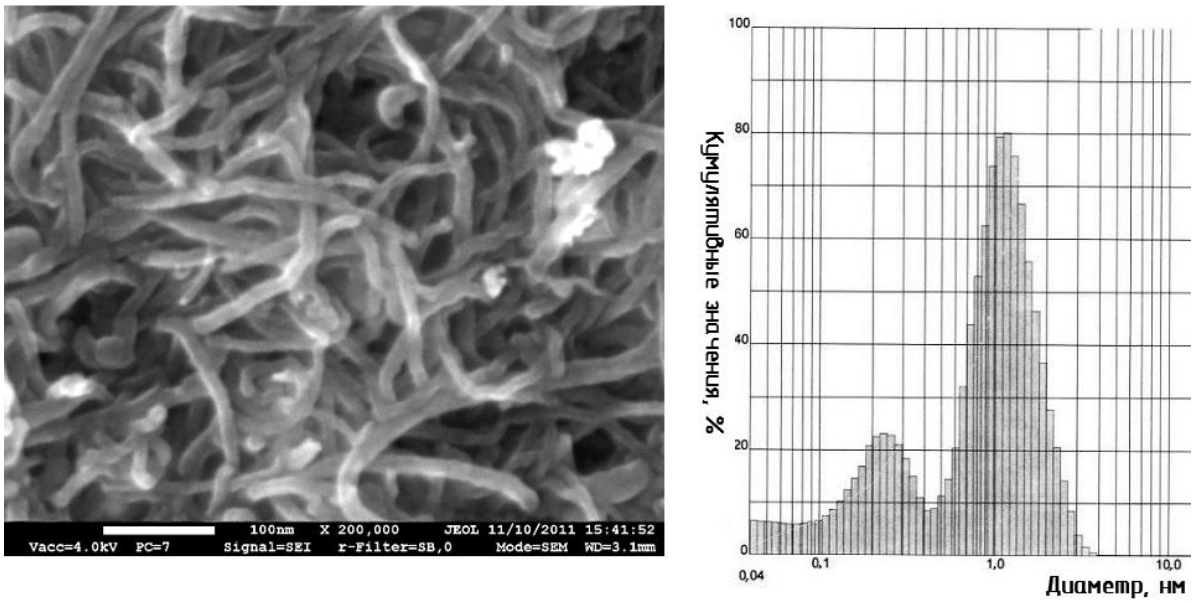
Как видно из приведенного графика для твердения фторангидритового вяжущего является оптимальной концентрация хлорида натрия 0,7% (от массы вяжущего), поэтому в дальнейшем проводилась модернизация состава №3 (концентрация хлорида натрия 0,7 %).

Для модернизации данного состава вводились многослойные углеродные нанотрубки GraphistrengthTM [6] фирмы Arkema, имеющие от 10 до 15 слоев с внешним диаметром от 10 до 15 нм, длина составляет 1–15 мкм, средняя плотность 50–150 кг/м^3. Многослойные углеродные нанотрубки получают каталитическим синтезом газообразных углеводородов в присутствии порошковых металлических катализаторов.

Многослойные углеродные нанотрубки на основе «Masterbatch CW2-45» (рис. 4, *а*) вводились в материал в виде дисперсии. Дисперсия представляет диспергированную смесь углеродных нанотрубок (УНТ) в среде карбоксилметилцеллюлозы, содержащей 45 % многослойных углеродных нанотрубок. Данный наномодификатор при механическом перемешивании с водой превращается в малоустойчивую дисперсию с включениями частиц микрометровых размеров (рис. 4, *б*) [7].

На рис. 5 представлен график зависимости прочности образцов от количества добавленных в состав многослойных углеродных нанотрубок.

Из данного графика следует, что для получения наибольшей прочности композиционного материала оптимальной является концентрация многослойных углеродный нанотрубок, равная 0,005 % (от массы вяжущего).



а *б*

Рис. 4. Промышленные образцы углеродных нанотрубок с привитыми функциональными группами на основе карбоксилметилцеллюлозы из серии Masterbatch CW 2-45: общий вид (*а*); дисперсионный анализ углеродных нанотрубок на лазерном анализаторе CILAS 1090 Liquid (*б*)

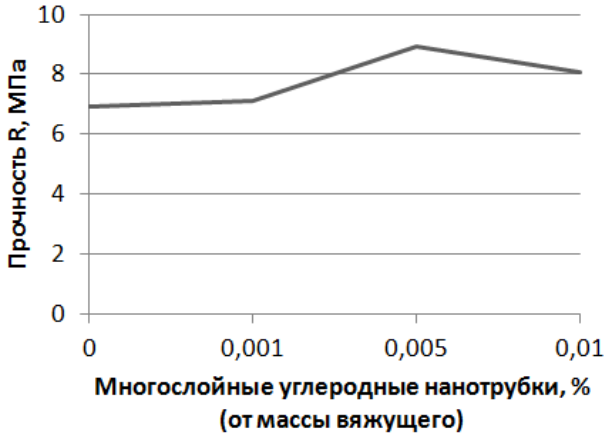


Рис. 5. График зависимости прочности образцов от концентрации дисперсии нанотрубок

В данной работе была поставлена задача модификации состава композиционного строительного материала на основе отхода производства – фторангидрита. Для получения результатов были изготовлены составы с различными концентрациями активатора (хлорид натрия) и наномодификатора (многослойные углеродные нанотрубки). Полученные результаты свидетельствуют об увеличении прочности при сжатии материала после введения хлорида натрия на 40,3 %. При модификации оптимального состава наномодификатором также наблюдался прирост прочности на сжатие до 25,5 %. Таким образом, применение в качестве активатора твердения фторангидрита хлорида натрия, а также добавление в состав наномодификатора позволяет повысить прочность на сжатие исходного материала до 76,2 %.

Список литературы

1. Пат. 2046097 Российская Федерация C01F11/46, C04B11/26. Способ утилизации гипса из отходов производства плавиковой кислоты или безводного фтористого водорода / Левченко А.В., Овчинникова В.Ф.; заявитель и патентообладатель: Левченко А.В., Овчинникова В.Ф. Заявлено 27.01.1992, опубликовано 20.10.1995.
2. *Чебуков М.Ф.* Использование гипсовых отходов от производства плавиковой кислоты для получения строительного гипса / Чебуков М.Ф. Игнатьев Л.П. // Строительство и архитектура. – 1958. – № 10. – С. 3–6.
3. *Сычева Л.И.* Техногенные продукты и совершенствование технологии вяжущих / Л.И. Сычева, Е.Ю. Цепелева, Б.В. Ануфриев. – М., 1983. – 312 с.
4. *Белов В.В., Бурьянов А.Ф., Яковлев Г.И., Петропавловская В.Б., Фишер Х.-Б., Маева И.С. Новиченкова Т.Б.* Модификация структуры и свойств строительных композитов на основе сульфата кальция: монография // Под общ. ред. А.Ф. Бурьянова. – М.: Изд-во Де Нова, 2012. – 196 с.
5. *Бондаренко С.А.* Модифицированное фторангидритовое вяжущее и строительные материалы на его основе: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук (05.23.05). – Челябинск, 2008 – 21с.
6. Graphistrength. Arkema’s carbon nanotubes pellets [Сайт]. – URL: http://www.graphistrength.com (дата обращения: 21.04.2016).
7. *Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Керене Я., Мачулайтис Р. и др.* Наноструктурирование композитов в строительном материаловедении: монография // Под общ. ред. Г.И. Яковлева. – Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014. – 196 с.

Мушаков Д.А., магистрант, e-mail: mushakov93@mail.ru;
Грахов В.П., д.э.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Развитие системы формирования исполнительной документации электронным способом

Аннотация. Предложен метод формирования исполнительной документации электронным способом и указаны его основные особенности. Также рассмотрены инструменты предлагаемого метода и результаты их применения.

Ключевые слова: исполнительная документация, проектно-сметная документация, комплектование, анализ, электронный способ

Одним из ключевых инструментов в строительстве являются информационные технологии. Они широко применяются на всех этапах работ по подготовке, формированию и комплектованию исполнительной документации. Применение электронного способа позволяет повысить уровень технико-

экономических показателей по организационному, технологическому и экономическому аспектам [1].

На сегодняшний день электронные методы, применяемые при формировании исполнительной документации, хорошо развиты и имеют богатую информационную базу [2]. Однако организационные принципы электронного метода имеют недостатки в виду отсутствия инструментов, позволяющих проводить системный анализ исполнительной документации на любом этапе строительства. Для решения проблемы предлагается усовершенствовать техническую базу электронного метода.

На первом этапе следует выполнить анализ имеющейся в наличии проектно-сметной документации. При этом требуется структурировать результаты анализа путем деления документации на разделы и подразделы [3]. Пример с итогами проделанной работы отражен в табл. 1, 2. Получившийся перечень рекомендуется согласовать со всеми производственными структурными подразделениями строительной компании, а также с подрядными и субподрядными организациями, с дальнейшим утверждением заказчиком.

Таблица 1. **Результаты анализа технических чертежей раздела КЖ**

Раздел проекта	**Наименование конструктива**	**Необходимые акты по результатам анализа проектно-сметной документации**
1	**2**	**3**
КЖ	Устройство фундаментов Фм1-Фм7,Фм8т,Фм8н,Фм9, Фм9а, Фм10, Фм10а,Фм11-Фм13 в осях 23/1-27/1/Ю-Е/1	Устройство бетонной подготовки в осях (23/1-27/1)/(Ю-Е/1) с отм. -5,650 на отм. -5,550
		Армирование фундаментов в осях (23/1-27/1)/(Ю-Е/1) с отм. -5,550 на отм. -1,050
		Монтаж опалубки фундаментов в осях (23/1-27/1)/(Ю-Е/1) с отм. -5,550 на отм. -1,050

Таблица 2. **Результаты анализа технических чертежей раздела КМ**

Раздел проекта	**Наименование конструктива**	**Необходимые акты по результатам анализа проектно-сметной документации**
1	**2**	**3**
КМ	Устройство колонн и вертикальных связей в осях (23/2-27/1)/(Ю-Е/1) на отм. (-1.000 – +42.500)	Монтаж колонн в осях 23/2 - Е/1-Ю и 27/1-Е/1-Ю и 27/1 в отм. (-1,000) – (+11,295)
		Монтаж колонн в осях 23/2 - Е/1-Ю и 27/2-Е/1-Ю в отм. (+11,295) – (+23,595)
		Монтаж колонн в осях 23/2 - Е/1-Ю и 27/1-Е/1-Ю в отм. (+23,595) – (+35,995)

Второй этап включает в себя разработку информационной модели для комплектования исполнительной документации, в которой необходимо указать информацию о подготовленной исполнительной документации, производителе работ, который должен ее подготовить, а также имеющимся замечаниям и проблемным вопросам к строительно-монтажным работам (табл. 3, 4).

Таблица 3. **Информационная модель для комплектования исполнительной документации раздела КМ (начало)**

Подготовленные акты	№ книги	Производитель работ	
		Акты не представлены	Акты представлены
4	**5**	**6**	**7**
Монтаж колонн в осях 23/2 - Е/1-Ю и 27/1-Е/1-Ю и 27/1 в отм. (-1,000) - (+11,295)	5.1		Организация 1
Монтаж колонн в осях 23/2 - Е/1-Ю и 27/2-Е/1-Ю в отм. (+11,295) - (+23,595)			Организация 1
		Организация 1	

Таблица 4. **Информационная модель для комплектования исполнительной документации раздела КМ (окончание)**

Замечания к исполнительной документации		Проблемные вопросы к строительно-монтажным работам
по характеристикам (характеристики замечаний выбирать из списка)	подробно	
8	**9**	**10**
–	–	–
копии документов не заверены	копии документов не заверены, прописанный в акте документ о качестве не приложен, работы исполнительной схемы не совпадают с работами в акте	
		замечания Заказчика

Таблица 5. **Результаты обработки фактических данных информационной модели по подготовленной исполнительной документации**

№ п/п	Раздел проекта	Всего	Подготовлено	Не подготовлено	Полученная исполнительная документация, %
1	КЖ	646	455	191	70
2	КМ	115	28	87	24

Таблица 6. **Результаты обработки фактических данных информационной модели по запроцентованной исполнительной документации**

№ п/п	Раздел проекта	Всего	Запроцентовано	Не запроцентовано	Оформленная исполнительная документация, %
1	КЖ	646	340	306	53
2	КМ	115	115	13	102

На окончательном этапе фактические данные, внесенные в информационную модель, обрабатываются с дальнейшим отображением результатов по интересующим участников строительства параметрам (табл. 5, 6, 7, 8, 9).

Таблица 7. **Результаты обработки фактических данных информационной модели по замечаниям к актам**

№ п/п	Замечания к актам	Итого	Количество актов по разделам	
			КЖ	КМ
1	прописанный в акте протокол испытаний не приложен	11	7	1
2	копии документов не заверены	136	35	6
3	номер сертификата в акте отличается от приложенного	2	1	0

Таблица 8. **Результаты обработки фактических данных информационной модели по замечаниям к строительно-монтажным работам**

№ п/п	Замечания к строительно-монтажным работам	Итого	Количество актов по разделам	
			КЖ	КМ
1	замечания государственного архитектурно-строительного надзора	226	0	2
2	замечания заказчика	104	0	7
3	замечания авторского надзора	0	0	0

Таблица 9. **Результаты обработки фактических данных информационной модели по представлению актов производителями работ**

№ п/п	Производитель работ		Итого	Количество актов по разделам	
				КЖ	КМ
		Всего актов			
1	Организация 1	всего	1311	516	0
		представлено	599	325	0
		не представлено	712	191	0
2	Организация 2	всего	123	17	105
		представлено	44	17	26
		не представлено	79	0	79

Таким образом, предусмотренные в модели параметры позволяют гибко оценивать фактическое состояние исполнительной документации в части ее комплектования. Разработанная техническая база информационной модели допускает проводить анализ документации на любом этапе строительства, что позволяет сдать ее в рамках выделенных на реализацию проекта средств, а также в установленные сроки.

Список литературы

1. *Крууз И.В., Мосейко В.И.* Опыт формирования исполнительной документации электронным способом // Электрические станции. – 2011. – № 3. – С. 2–5.
2. *Серебряков А.М., Алимов С.В.. Блинков А.Н.* О создании электронной исполнительной документации «как построено» // Журнал нефтегазового строительства. – 2012. – № 3. – С. 26–30.
3. *Мосейко В.И.* Прогрессивная система организации исполнительной документации при сооружении и сдаче в эксплуатацию технологически сложного объекта // Электрические станции. – 2009. – № 8. – С. 2–8.

Непогода Т.П., магистрант, e-mail: nepogoda.93@gmail.com;
Ившина Л.И., канд. архитектуры, доцент, профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Задачи реконструкции клубов

Аннотация. Данная статья направлена на постановку проблемы досуговой деятельности молодежи, и их непосредственного взаимодействия с окружающей средой. Особое внимание уделяется тому, где, на каких площадках, территориях проводит свой досуг молодежь. Большое внимание в работе уделяется рассмотрению существующих клубов, их структур и несоответствие современным требованиям. Следовательно, отмечается, что проблема организации досуга населения требует новых, инновационных решений, нетрадиционных подходов к проектированию и реконструкции, в необходимости создавать многофункциональные, альтернативные пространства, обеспечивающие условия для эффективной учебной деятельности, реализацию потребностей в общественной активности, творчестве, культурном совершенствовании молодежи. На сегодня понятия клуба сильно расширилось, теперь это не только место встречи по интересам, но и интерактивная, многоцелевая площадка. В заключении кратко разбирается необходимость архитектурной разработки среды именно для молодежного досуга, рассматривается возможность выхода на новый уровень, модернизация площадок, которые структурно не соответствуют современным требованиям, показывается важность привлечения инвесторов, молодежных организаций, жителей города, молодежь. Благодаря совместным усилиям, получится существующие пространства преобразовать в уникальные, многофункциональные площадки, где каждый сможет реализоваться.

Ключевые слова: реконструкция, досуговый, клуб, молодежный клуб, архитектура, досуг

В нашем мире молодежь всегда отвечала и отвечает за будущее, то каким оно будет, какие изменения в нем произойдут. Поэтому проблема гармоничного, всестороннего развития молодого человека привлекает внимание специалистов науки, философии, архитектуры, политики, педагогики и многих других. Однако случается, что мы можем наблюдать картину деградации молодежи, от-

сутствие интересов и активной жизненной позиции. Так происходит, потому что на сегодняшний день в современном мире недостаточно внимания уделяется тому, где и как свое время проводит молодое население страны. Та среда, в которой проводит свое время молодежь, не является местом, где бы они смогли выразить себя, самореализоваться, развиться, организовать свой досуг, наполненный интеллектуальной деятельностью, творчеством, общением.

Начиная с 20-х годов прошлого века начала формироваться новая типологическая единица – клуб. В то время перед обществом стояла задача организовать «новую» молодежь, и для этого создавались пространства, как место встречи людей по интересам, проведение досуга. На сегодняшний день цели и задачи молодого поколения изменились, ускорился темп жизни населения под влиянием научно-технического прогресса, социально-политической и экономической ситуаций. Существующие клубы стали структурно не соответствовать уровню возросших современных требований ни по масштабу, ни по масштабу задач, которые перед ними ставятся.

Следовательно, проблема организации досуга населения требует современного решения. Необходимо создавать многофункциональные, альтернативные пространства с соответствующими современными требованиями, обеспечивающими условия для эффективной учебной деятельности, реализацию потребностей в общественной активности, творчестве, культурном совершенствовании. Задачи реконструкции клуба на сегодняшний день очень актуальны.Существует ряд причин, по которым в городах наблюдается малое количество досуговых клубов:

1. бюджетная поддержка клубных пространств сильно ограничена, так жеклубы часто располагаются в подвальных помещениях с ограниченным пространством и недостатком площадей;

2. учреждения досуга не удовлетворяют существующим современным требованиям и потребностям так как: не используют возможности современной техники и технологий;

3. существующие молодежные клубы не в силах обеспечить качественный, отвечающий различным интересам населения досуг: клубов мало, они испытывают острый недостаток помещений, ограничивающий набор видов деятельности, единицы из них бесплатные.

На сегодня понятия клуба сильно расширилось, теперь это не только место встречи по интересам, но и интерактивная площадка, где каждый может поделиться опытом, создать свой проект, привлечь к нему людей, которые могут находиться на другом конце мира. Должна развиваться новая структура, перенимающая опыт прошлого поколения, для создания современного пространства. Данными вопросами занимались проектировщики, архитекторы, научные деятели, проводились различные научные исследования. Досуговые объекты были разделены по направлениям, функциям, видам (универсальные, специализированные), профилю, архитектуре.

В настоящее время существует необходимость архитектурной разработки среды именно для молодежного досуга. Малая исследованность данной про-

блемы не позволяет ответить на вопросы, предлагаемые современностью, и не имеет достаточной научной базы. Первоначальный анализ клубов показал явные недостатки. Учитывая влияние стремительной научно-технической революции, существующей социально-политической и экономической ситуации, представляется необходимой разработка теоретической базы, формирования архитектурной среды для внеучебной деятельности молодежи.

Она послужит основанием для создания уникальных, унифицированных пространств, которое могут размещаться на первых этажах зданий, в цокольных этажах, офисных зданиях, а так же могут быть запроектированы абсолютно новые объекты под современные требования общества. Однако очень много свободной территории занято под точечную застройку многоквартирных жилых зданий, либо под строительство торговых центров, офисных центров, автосалонов, по причине того, что некоторые моменты диктуются в интересах инвестора. Поэтому проблему нужно решать через реконструкцию существующих клубов.

Клуб будущего может почерпнуть много новых идей из развернувшихся в последние несколько лет работ по проектированию центров досуга, как организаций нового типа. Необходимо перенимать зарубежный опыт, и следовать современным тенденциям, учитывая потребности общества, а так же применять на практике, новые разработанные методы соучастного проектирования.

Направления, по которым можно решать функционально пространственные вопросы молодежных клубов: создание центров свободного общения: разделение его на сферы, группы и зоны; расширение группы помещений творческого развития по сравнению с другими; включения специфических групп помещений – интеркоммуникативной зоны методического центра, зоны профориентации; возможности широкого вида деятельности – разработка гибкой планировочной структуры; создание альтернативных клубов, значительно отличающихся от существующих методом организации, пространства и досуговой деятельности; необходимость создания модели «клуб без стен» или механизма развития клубной деятельности, охватывающей некоторую территорию.

Типологическая особенность архитектуры клуба должна проявляться в создании разных типов пространств «снаружи» и «внутри» здания, которые в свою очередь станут отражением развития общества и его проявления активной социальной позиции.

Благодаря усовершенствованной модели клуба, измениться архитектурный облик города, поиск новых образных и структурных решений позволит создавать уникальные, интеркоммуникативные пространства, в которых молодежь будет находить место для своего творческого выражения, развития, самореализации. Трансформация внутренней оболочки здания, непосредственно, повлечет за собой изменение внешнего облика, который своей непохожестью, свежестью будет привлекать различные поколения в свои стены.

На сегодня есть площадки, которые структурно не соответствуют современным требованиям, их необходимо выводить на качественно новый уровень. Для этого нужно привлекать инвесторов, молодежные организации, жителей города и непосредственно саму молодежь. Только так, совместными усилиями,

получится модернизировать существующие пространства и удовлетворить потребности, учесть идеи всех слоев населения.

Рассмотренные проблемы организации досуговой деятельности населения требуют дальнейшего рассмотрения и являются перспективным направлением развития города, общества и государства. Предложенные современные решения организации структуры клуба позволят повысить культурный уровень жителей, создать уникальные многофункциональные площадки для самовыражения и развития, а так же вывести архитектуру на качественно новый уровень.

Список литературы

1. *Даняева Л.И.* Архитектурно-типологическое формирование деловых клубов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. архит. (18.00.02) / Даняева Людмила Николаевна; ГОУ ВПО Нижегородский арх. строит. унив. – Нижний Новгород, 2007. – 187 с. – URL: http://www.dissercat.com/content/arkhitekturno-tipologicheskoe-formirovanie-delovykh-klubov (дата обращения: 21.04.2016).
2. *Гельфонд А.Л.* Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учеб. пособие. – М.: Архитектура-С, 2006. – 280 с.
3. *Милашенкова Е.К.* Клубы / Е.К. Милашенкова, Н.Е. Прянишников, М.Р. Савченко. – М.: Стройиздат, 1990. – 248 с.
4. *Валиахметова Л.З.* Архитектурная среда для внеучебной студенческой деятельности: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. архит. (18.00.01) / Валиахметова Лилия Зуфаровна; Уральская госуд. архит. худож. акад. – Екатеринбург, 2004. – 204 с.

Ожегова Н.В., магистрант, e-mail: natanchicos@yandex.ru;
Первушин Г.Н., д.т.н., профессор, e-mail: isf@istu.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проблема формирования сети дополнительного детского образования

Аннотация: В статье раскрывается тема дополнительного детского образования в современной градостроительной системе города. Рассматриваются виды учреждений дополнительного образования их типология и основа этой типологии. Выявлены проблемы, которые стоят перед учреждениями, построенными в СССР, проблемы целостности сети, которая на данный момент работает с меньшей эффективностью, чем на момент создания. Внешкольное образование больше не представляет собой структурированный единый механизм, что отражается на качестве, получаемой детьми, информации. Статья рассматривает причины угасающего интереса к дополнительному образованию детей. Проанализированы факторы, влияющие на популяризацию организованного досуга школьников, а так же факторы препятствующие развитию полноценной сети дополнительного образования.

Ключевые слова: дополнительное детское образование, сеть детского дополнительного образования, УДО, досуг, воспитание, дети

Дополнительное образование – вид образования, который направлен на всестороннее удовлетворение образовательных потребностей человека в интеллектуальном, духовно-нравственном, физическом и (или) профессиональном совершенствовании и не сопровождается повышением уровня образования [1].

Сегодня дополнительное образование детей и подростков является важнейшей частью системы образования и воспитания в нашей стране. Учреждение дополнительного образования детей - это тип образовательного учреждения, имеющий свою специфику и задачи в едином образовательном пространстве. [2]

Развитие внешкольного образования можно условно разделить на 4 периода согласно временным рамкам и изменениям в структуре учреждения и представлениям о дополнительном досуге детей:

– ***Первый период.*** Дореволюционная Россия, до 1917 года. Зарождение первых идей дополнительного досуга и организации свободного детского времени. В это же время появилось первое официальное разделение общего образование с дополнительным, произошедшее в 1917 году после создания отдела внешкольного образования, а уже в 1918 году открылось первое государственное учреждение дополнительного образования детей (Станция любителей природы). Учреждения появлялись на добровольных началах, организацией занимались либо сами учащиеся, либо прогрессивные деятели современности. Период характеризуется бессистемной образовательной программой и отсутствием специальной материальной базы.

– ***Второй период.*** Временные рамки с 1917 года по 30-е года XX столетия. Дополнительное образование являлось заменой основного для большинства населения и давало возможность получить минимальные знания о культуре и искусстве. Различные кружки и собрания носили просветительный характер. Материально-техническая база отсутствовала почти полностью, вся деятельность организаций была направлена на посещение библиотек, театров, выставок и так далее.

– ***Третий период.*** Временные рамки с начала 30-х годов до 80-х годов XX столетия. Этот период характеризуется активным ростом учреждений дополнительного образования. За годы советской власти открыто более 4 тысяч внешкольных учреждений, функционирующих на бюджетной основе. Дворцы пионеров, клубы, станции и т.д. представляли собой единую образовательную структуру, опирающуюся на идейно-политическую основу СССР. Именно в это время появилась сеть учреждений внешкольного образования, основанная на градостроительном плане города, шаговой доступности детей, интересах подрастающего поколения, современных тенденциях культуры. Впервые сформировалась иерархия УДО. Основанная на идеологизации система была призвана помогать школам «взращивать» активных коммунистов.

– ***Четвертый период.*** Временные рамки с середины 80-х годов по наше время. Учреждения внешкольного образования полностью становятся самостоятельными объектами никак не связанными со школами. Основной задачей системы УДО становится развивать индивидуальность ребенка. Этот этап характеризуется почти нулевым приростом учреждений дополнительного образо-

вания, вся материальная база основывается на уже существующем строительном фонде предыдущего периода.

На сегодняшний день почти вся материальная база дополнительного образования составляет постройки советского периода, созданные с учетом старых норм и потребностей, направленных на решение задач того времени.

В данный момент городская система УДО состоит из следующий основных элементов:

– ***Центры дополнительного образования детей.*** Центр представляет собой многоцелевое учреждение, основной задачей которого является методическая работа, направленная на развитие программ в разных сферах внешкольной деятельности. Одна из основных задач учреждения состояла в объединении и контроле работы филиалов (ДШИ, театров, клубов и так далее.) Центры располагаются в отдельно стоящих зданиях, специальных условий и помещений не требуют.

– ***Дворцы (дома) детского(юношеского) творчества.*** Дворец представляет собой многопрофильную структуру, обеспечивающую учащимся подготовку почти по всем существующим областям (спорт, культура, искусство, краеведение, наука и техника). Дворец (дом) это всегда самостоятельное здание, спроектированное с учетом специальных требований к каждому роду занятий учащихся.

– ***Школа дополнительного образования.*** Школа в системе дополнительного образования детей – это система взаимосвязанных, преемственных программ одного профиля, позволяющих обучающимся освоить (самостоятельно выбрать) тот или иной уровень образования. [3] Школа может располагаться, как в отдельно стоящем здании, так и в встроено-пристроенном объекте.

– ***Клуб.*** Представляет собой организацию из детей и педагогов, созданную для общения и обмена информацией на определенную тематику. Клуб не требует специально оборудованного пространства, располагается в уже существующих зданиях в одном или нескольких помещениях.

– ***Станция.*** Учреждение представляет собой организацию, направленную на узко профильное обучение, исследования, приобретение навыков. Станция требует оборудование и рабочие места для учащихся, соответствующие выбранной тематике. Учреждение может располагаться, как в отдельно стоящем здании, так и в одном из существующих.

Современная система дополнительного детского образования имеет ряд проблем, препятствующих ее развитию, в том числе и проблем связанных с архитектурой и строительством.

Одна из таких проблем – градостроительная. Сформированная в советское время сеть УДО устарела, как в физическом, так и в моральном плане, это обусловлено рядом факторов. Возросшая численность населения и увеличившаяся рождаемость, стали способствовать все большей потребности детей во внешкольном образовании. В то же время возникли совершенно новые жилые микрорайоны, которые старая сеть учреждений дополнительного образования

уже не может покрыть. Также стоит добавить: обостряет кризисное положение направленность властей оптимизировать существующие УДО.

Следующая из наиважнейших проблем учреждений внешкольного образования – устаревшая архитектурно-планировочная система. Это обусловлено морально устаревшей нормативной базой, по которой производились постройки в советское время. Выделенные под конкретные кружки и секции помещения больше не используются по назначению, а значит, нуждаются в переориентации. Многие функциональные помещения для современного учреждения, просто отсутствуют.

В отдельный блок проблем можно выделить, абсолютную неготовность существующей материальной базы работать на маломобильное детское население.

Существующий облик почти каждого учреждения дополнительного образования не соответствует представлениям о современном, красивом творческом центре для развития детского потенциала.

Государственные учреждения, построенные в конце XX века, имеют не гибкую структуру. Образовательный процесс не подстраивается под современные интересы детей, а здания кружков, секций и школ не могут удовлетворить вновь появляющимся течениям культуры, спорта и искусства. Поэтому ребенок решивший заняться компьютерной техникой или скалолазанием просто не может удовлетворить свою потребность.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» № 273-ФЗ.
2. Особенности системы дополнительного образования детей и подростков [Электронный ресурс] // Библиофонд. Электронная библиотека студента [Сайт]. – URL: http://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=467198 (дата обращения: 25.03.2016).
3. *Куприянов Б.В.* Школа как форма организации дополнительного образования детей // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2010. – № 9. – С. 57–62.
4. *Бруднов А.К.* О становлении и развитии системы дополнительного образования детей. – М.: Владос, 2000. – 347 с.

Пантюхина Ю.Н., магистрант; e-mail: yulia.nesm@mail.ru;
Тарануха Н.Л., д.э.н., профессор

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Определение ставки дисконтирования методом кумулятивного построения в рамках доходного подхода оценки недвижимости

Аннотация. В статье рассматриваются методы определения ставки дисконтирования в рамках доходного подхода при оценке недвижимости, определено понятие «дисконтирование», экономический смысл ставки дисконтирования, произведен расчет ставки дисконтирования методом кумулятивного построения.

Ключевые слова: дисконтирование, ставка дисконтирования, безрисковая ставка доходности, метод кумулятивного построения

Проблема определения ставки дисконтирования остается важнейшей для практикующих оценщиков. Обсуждению различных аспектов проблемы посвящено много работ известных специалистов в области оценки (В.С. Грибовский, В.Б. Михайлец, Ю.В. Козырь, Е.Е. Яскевич и другие). Эта проблема стала предметом соответствующих дискуссий в Интернете с участием ведущих оценщиков [1]. В данной статье рассмотрим применение одного из методов определения ставки дисконтирования, произведем расчет.

Дисконтирование – это определение стоимости денежных потоков, относящихся к будущим периодам (будущих доходов на настоящий момент). Для правильной оценки будущих доходов нужно знать прогнозные значения выручки, расходов, инвестиций, структуру капитала, остаточную стоимость имущества, а также ставку дисконтирования, которая используется для оценки эффективности вложений.

С экономической точки зрения ставка дисконтирования – это норма доходности на вложенный капитал, требуемая инвестором. Иначе говоря, с ее помощью можно определить сумму, которую инвестору придется заплатить сегодня за право получить предполагаемый доход в будущем. Поэтому от значения ставки дисконтирования зависит принятие ключевых решений, в том числе при выборе инвестиционного проекта [3].

Существуют два метода определения ставки дисконтирования - кумулятивный и укрупненный метод оценки ставки дисконтирования. Наиболее часто на практике оценщиками используется метод кумулятивного построения, достоинством которого является идентификация и учет широкого спектра факторов влияющих на риск инвестирования.

Метод предусматривает определение ставки дисконтирования путем прибавления к безрисковой ставке поправок, отражающих требуемую компенсацию за риск, низкую ликвидность и инвестиционный менеджмент.

Безрисковая ставка доходности – ставка дохода от вложений в высоко ликвидные активы, т.е. это ставка, которая отражает «фактические рыночные возможности вложения денежных средств фирм и частных лиц без какого то бы ни было риска не возврата».

Безрисковая ставка используется в качестве базовой, к которой добавляются остальные (ранее перечисленные) составляющие – поправки на различные виды риска, связанные с особенностями оцениваемой недвижимости. *Безрисковая ставка предполагает не отсутствие риска вообще, а минимальный уровень риска, характерный для данного рынка*.

Вообще для определения безрисковой ставки можно пользоваться как среднеевропейскими показателями по безрисковым операциям, так и российскими. В случае использования среднеевропейских показателей к безрисковой ставке прибавляется премия за риск инвестирования в данную страну, так называемый страновой риск.

Безрисковая ставка определяет минимальную компенсацию за инвестирование в данный объект. В качестве безрисковой ставки применяем эффективную доходность облигации ОФЗ-46023-АД на дату оценки. Величина безрисковой ставки составляет **8,325 %** [4].

Риски вложения в объект недвижимости подразделяются на два вида. К первому относятся систематические и несистематические риски, ко второму – статичные и динамичные.

Таблица 1. **Расчет премии за риск**

№ п/п	Вид и наименование риска	Категория риска	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Систематический риск												
1.	Ухудшение общей экономической ситуации	динамичный			1							
2.	Увеличение числа конкурирующих объектов	динамичный		1								
3.	Изменение федерального или местного законодательства	динамичный	1									
Несистематический риск												
4.	Природные и чрезвычайные антропогенные ситуации	статичный		1								
5.	Ускоренный износ здания	статичный		1								
6.	Неполучение арендных платежей	динамичный			1							
7.	Неэффективный менеджмент	динамичный	1									
8.	Криминогенные факторы	динамичный	1									
9.	Финансовые проверки	динамичный		1								
10.	Неправильное оформление договоров аренды	динамичный	1									
	Количество наблюдений		4	4	2	0	0	0	0	0	0	0
	Взвешенный итог		4	8	6	0	0	0	0	0	0	0
	Сумма	18										
	Количество факторов	10										
	Средневзвешенное значение балла	1,8										
	Величина поправки за риск (1 балл = 1 %)	**1,80 %**										

На рынке в целом преобладающим является систематический риск. Стоимость конкретной приносящей доход собственности может быть связана с экономическими и институциональными условиями на рынке. Примеры такого вида риска: появление излишнего числа конкурирующих объектов, уменьшение занятости населения в связи с закрытием градообразующего предприятия, введение в действие природоохранных ограничений, установление ограничений на уровень арендной платы.

Несистематический риск – это риск, связанный с конкретной оцениваемой собственностью и независимый от рисков, распространяющихся на сопоставимые объекты. Например: трещины в несущих элементах, изъятие земли для общественных нужд, неуплата арендных платежей, разрушение сооружение пожаром и/или развитие поблизости от данного объекта несовместимой с ним системы землепользования.

Статичный риск – это риск, который можно рассчитать и переложить на страховые компании, динамический риск может быть определен как «прибыль или потеря предпринимательского шанса и экономическая конкуренция».

Премия за низкую ликвидность отражает невозможность быстрого реструктурирования капитала инвестора за счет быстрой продажи инвестиций в недвижимость по стоимости, близкой к рыночной. Недвижимость относительно низколиквидна. Премия за низкую ликвидность, есть поправка на длительность экспозиции при продаже объектов недвижимости.

Данная премия вычисляется по формуле:

$$П = \frac{R_б \times L}{Q},$$

где $П$ – премия за низкую ликвидность; $R_б$ – безрисковая ставка; L – период экспозиции (в месяцах); Q – общее количество месяцев в году.

На дату проведения оценки поправка на низкую ликвидность составляет **6,24 %**, что соответствует 9 месяцам экспонирования объекта (средний срок экспозиции производственно-складской недвижимости):

$$\text{П} = \frac{0{,}08325 \times 9}{12} = 0{,}0624 \text{ или } 6{,}24\,\%.$$

Премия за инвестиционный менеджмент – чем более рискованны и сложны инвестиции, тем более компетентного управления они требуют. Инвестиционный менеджмент требует дополнительной компенсации (например, управленческие расходы по вкладам до востребования в сбербанке), включает заполнение налоговых деклараций, выбор среди различных вариантов финансирования и принятие решения об удержании или продаже активов. Инвестиционный менеджмент не следует путать с управлением недвижимостью, которое предусматривает ежедневный контроль; расходы по последнему включают-

ся в операционные расходы. Размер поправки на инвестиционный менеджмент, определен экспертным путем, в связи с несоответствием требований математического инструментария и развитой информационной базы, что не позволяет провести оценку показателя квантифицированным способом. Как правило, премия за инвестиционный менеджмент составляет от 0 до 5 % [5]. В данном случае примем премию за данный риск 1 %.

Таблица 2. **Расчет ставки дисконтирования**

№ п/п	Наименование показателя	Значение
1	Безрисковая ставка доходности	8,3250 %
2	Премия за риск вложения в объекты недвижимости	1,80 %
3	Премия за низкую ликвидность	6,24 %
4	Премия за инвестиционный менеджмент	1,00 %
	Ставка дисконтирования	**17,37 %**

Итак, в результате расчета получили ставку дисконтирования, равную 17,37 %, т.е. сегодня инвестору необходимо вложить не менее 17,4 % от стоимости активов для получения дохода в будущем.

Список литературы

1. *Лейфер Л.А.* Ставка дисконтирования для оценивания недвижимости в условиях кризиса // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2010. – № 2. – С. 47–54.
2. *Тарануха Н.Л.* Основные направления развития предприятий инвестиционно-строительного комплекса / Н.Л. Тарануха, С.С. Бобылева // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2008. – № 3. – С. 99–101.
3. Ставка и коэффициент дисконтирования – расчет по формуле [Электронный ресурс] // Финансовый директор [Сайт]. – URL: http://fd.ru/articles/1716-stavka-i-koeffitsient-diskontirovaniya-raschet-po-formule#ixzz3bF8QHeGD (дата обращения: 20.03.2016).
4. Эффективная доходность облигации [Электронный ресурс] // RusBonds [Сайт]. – URL: http://www.rusbond.ru/comphistory.asp?tool=%CE%D4%C7&sec=1&cat=0&calcdate=26%2E05%2E2015&dealsinday=0&bdur=0&byeff=0&bspred=0&amm=0&rate=0&bcr=0&ex=0&go=1&s=1&d=1&p=2#rslt (дата обращения: 26.05.2015).
5. Доходный подход [Электронный ресурс] // BUSINESSVALUATION. Правовой институт оценки бизнеса [Сайт]. – URL: http://businessval.ru/adept/real-estate/time-value/ (дата обращения: 20.03.2016).

Пастухова М.А., магистрант; e-mail: pastuhowamaria@yandex.ru;
Изюрьева И.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

От первых видов садов к современным тенденциям в ландшафтном дизайне

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные направления в развитии садово-паркового искусства, история появления первых парков в России и за рубежом, а так же представлены новые тенденции в развитии современного паркового искусства. Одной из целью данной статьи предоставляется сравнить виды стилей, как и где, формировались первые парки и проанализировать для того, чтобы создать особенные парки, с учетом современных возможностей и рассмотреть необычные места для их формирования.

Ключевые слова: история парков, ландшафтный дизайн, «райский» сад, висячие сады Семирамиды, зеленая регенерация

С древних времен связь человека и природы неразрывна, взаимосвязана как бы человек не стремился, к прогрессу он все равно возвращается к природным истокам. Мы живем в огромных современных домах, используем высокотехнологичную аппаратуру, интернет, телевидение, передвигаемся на самолетах, автомобилях, поездах. А задумался хоть кто-то из нас, что без знаний законов природы, которые мы используем для создания новейших технологий, все это было бы невозможным. Природа – это начало, из которого на протяжении веков люди черпают вдохновение. Поэтому так необходимо всем нам чаще быть на природе, наблюдать все её проявления (закаты и восходы, день и ночь, цветение разнообразных растений, жизнь окружающих нас животных и насекомых и др.). Горожане же могут позволить себе по чаще посещать только парки.

Сам же термин «парк» пришел в русский язык в XVIII в. из английского языка и первоначально означал рощу, участок леса с живописными аллеями, полянами, прудами естественных очертаний, беседками и т.д.

В начале, рассмотрим создание самых древних памятников садово-паркового искусства, которые учёные датируют IV веком до н.э. – знаменитые сады Фив в столице Египта. Уже тогда роскошные виллы богатых египтян окружались потрясающей красоты садами. На иссушенных бедных почвах выращивали растения, привезённые из дальних мест, разводили виноградники, цветники. Центром садовой композиции, как правило, становился искусственный пруд, заселённый разнообразными представителями флоры и фауны. Геометрия дорожек, клумб и других элементов сада даёт ученым основания полагать, что сады обеспеченных жителей Фив создавались в соответствии с заранее разработанными проектами. [1]

Особое место в истории ландшафтной архитектуры занимает Месопотамия. Её сады, созданные в стиле близком к регулярному, отличались богатыми коллекциями растений, достойными современных ботанических садов. Венцом

ландшафтного искусства Месопотамии стали висячие сады Семирамиды, по праву занявшие второе место в перечне семи чудес света. Несмотря на то, что великолепие, созданное для супруги царя Навуходоносора, не вынесло испытаний временем, идея такого озеленения в несколько трансформированном виде актуальна и в наши дни .[1]

Начало декоративного садоводства в нашей стране относится к глубокой старине. В V в. до н. э. греческий историк Геродот упоминает о садах, расположенных в нижнем течении Днепра. Летописец Нестор в XI в. описывает яблоневый сад Киево-Печерского монастыря, основанного в 1051 г. Ярославом Мудрым. В IX в. появились сады в Киеве, Курске, Орле, Туле. Во второй половине XII в. Андрей Боголюбский заложил в 11 км от Владимира, при слиянии рек Нерли и Клязьмы, один из первых садов того времени. Этот сад служил образцом при создании садов в Суздале, Владимире, Муроме, Вязниках и других городах.До XVI в. в средневековой России были распространены монастырские сады, где разводили цветники. Еще в XI в. при каждом монастыре существовали сады, в которых выращивали в основном плодовые деревья. [2]

Примером служит Сад-«вертоград» в стенах монастыря являлся символом или олицетворением рая на земле. Он имел, прежде всего, нравственно-воспитательный смысл. Сам монастырь, по сути дела, рассматривался как некий «райский» сад, «вертоград заключенный», огороженный от земного греха высокими стенами. Религиозная символика нередко предопределяла как общую пространственную структуру сада, так и устройство его составных частей. [2]

В каждой стране, история ландшафтного дизайна складывалась по-своему, и у каждого народа есть свой стиль парка известные итальянские, французские, японские, английские и другие. И не случайно каждый стиль приписывают какой-то одной стране. Зарождению стилей способствовала, прежде всего, сама природа это разный климат, рельеф, а так же культура народа его религия, политика и т.д. Но современное развитие парков больше направленно на развлечения и досуг, а уж потом на целостность и красоту природы. Отсюда и смешение всех стилей, уже нельзя точно сказать к какой стране относится тот или иной парк.

Пример современного парка можно считать парк виртуальных развлечений Футурископ. Находится парк во Франции недалеко от городка Пуатье. Удивительное место для отдыха всей семьей. Природа и современная архитектура сливаются воедино для создания неповторимой атмосферы. На площади в 100 гектаров расположились сферы, кубы и зеркала создавая идеальную гармонию с водой, деревьями и цветами. Футуроскоп предлагает своим посетителям окунуться в красочный виртуальный мир компьютерных игр и трехмерного кино. Здесь представлены самые современные достижения в кинематографических, аудиовизуальных и мультимедийных технологиях. Каждый павильон в парке оснащен оригинальным набором спецэффектов, позволяющие ощутить происходящие события как реальные. [3]

Новой тенденцией больших городов становится развитие парков в неожиданных местах. Свободные участки в густонаселенных городах ограничены, в связи с этим для создания парков будут использоваться нетипичные про-

странства. Например, террасный парк Намба расположился на 8 уровнях 30-этажного торгового центра в городе Осака в Японии. В парке созданы многочисленные стилизованные природные пейзажи из камней, скал, искусственных ручейков, водопадов и даже небольших прудов. Возможно, в ближайшее время продолжится рост числа проектов «зеленой регенерации» – будут появляться парки на территориях пустырей, промышленных зон и бывших свалок.

Амбициозный проект подземного парка планируется реализовать в Нью-Йорке. Парк будет находиться под землей в тоннелях и станционных помещениях заброшенной станции метро, для освещения планируется использовать солнечные панели и зеркала.

Из недавних построенных парков в России – это этнографический парк «Моя Россия», который, был приурочен к началу Зимних олимпийских игр в Сочи 2014 года. Речь идет о достаточно масштабном по задумке и реализации этнографическом проекте, целью которого является создание маленькой копии Российской Федерации, где были бы представлены все самые важные регионы страны и их достопримечательности. Этнографический парк «Моя Россия» разбит на несколько секторов по географическому принципу: Кавказ, Суздаль, Центральная Россия, Краснодарский Край, Москва, Русский Север, Санкт-Петербург, Казань, Урал, Сибирь и Бурятия. В разных частях парка можно увидеть здания, стилизованные под архитектуру соответствующего региона, а также купить сувениры и угоститься традиционными блюдами в ресторане. [4]

А в Воронеже не так давно был обнародован проект молодого архитектора-дизайнера Максима Фролова, который предложил переоборудовать второй уровень Северного моста в функциональную парковую зону. Архитектор вдохновился успешно реализованным нью-йоркским проектом, где власти хотели снести старый железнодорожный мост, а общественность встала на его защиту. В итоге на мосту возник парк протяжённостью 2,5 километра. К тому же, благодаря вниманию большого количества людей, власти занялись и модернизацией старых промышленных районов, через которые проходил мост. [5]

Таким образом, мы видим, что парки формировались, еще с древних времен и в них большое значение уделялось красоте ландшафтных форм, тихому отдыху и единению человека с природой. В современном парке человек приходит больше для развлечения и досуга, и это влияет на формирования и тенденции современного садово-паркового искусства. Мир не стоит на месте и можно сделать вывод, что люди хотят видеть парк необычном, экологически чистым и находящимся не далеко от места проживания.

Список литературы

1. Ландшафтная архитектура: вехи истории [Электронный ресурс] // PROLANDSHAFT.ru. Все о дизайне сада [Сайт]. – URL: http://www.pro-landshaft.ru/articles/detail/3049/ (дата обращения 25.03.2016).
2. *Гостев В.Ф., Юскевич Н.Н.* Проектирование садов и парков. – М.: Стройиздат, 1991. – 340 с. – URL: http://www.bibliotekar.ru/spravochnik-49/index.htm (дата обращения 17.03.2016).

3. Футуроскоп – парк виртуальных развлечений [Электронный ресурс] // WideOpenRoad.ru [Сайт]. – URL: http://wideopenroad.ru/strany/frantsiya/futuroskop-park-virtualnyih-razvlecheniy.html#ixzz44JwWLeQR (дата обращения 28.03.2016).
4. Русский Диснейленд: 5 тематических парков в России [Электронный ресурс] // Novat.RU [Сайт]. – URL: http://www.novate.ru/blogs/040414/25942/ (дата обращения 26.03.2016).
5. Тенденции в развитии городских парков [Электронный ресурс] // Мэр-Воронежа.рф [Сайт]. – URL: http://mer-voronezha.ru/articles/138 (дата обращения 26.03.2016).

Поторочина С.А., студент, e-mail: Svitusya007@mail.ru;
Новикова В.А., студент, e-mail: veronika220595@rambler.ru;
Гордина А.Ф., аспирант, e-mail: afspirit@rambler.ru;
Бекмансуров М.Р., магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние комплексной добавки на основе поликарбоксилата и углеродных нанотрубок на физико-технические параметры гипсового вяжущего

Аннотация. Изучено влияние пластифицирующей добавки на основе поликарбоксилата и комплексного модификатора, содержащего многослойные углеродные нанотрубки, на физико-технические характеристики гипсовых материалов. Для определения влияния модификаторов на структуру и свойства композиций использовались современные методы физико-химического анализа, такие дифференциально-сканирующая калориметрия и растровая электронная микроскопия. Анализ результатов механических испытаний образцов в возрасте 28 дней показал, что введение поликарбоксилатного пластификатора в гипсовое вяжущее в количестве 1 %, способствует увеличению прочности на сжатие до 72 %, а введение комплексной добавки DC-5 в количестве 0,4 % приводит к росту предела прочности на сжатие до 93 %. Таким образом, применение модифицирующих добавок способствуют снижению водогипсового отношения вяжущего, интенсификации процессов гидратации и твердения двуводного сульфата кальция, приводя к формированию плотного и прочного гипсового камня.

Ключевые слова: гипсовое вяжущее; пластифицирующая добавка на основе поликарбоксилата; многослойные углеродные нанотрубки; физико-технические характеристики; дифференциально-сканирующая калориметрия, микроскопия

Гипсовые материалы – это эффективные минеральные вяжущие, характеризующиеся экономичностью и простотой производства, повсеместным распространением и высокой степенью разработки сырьевой базы, возможностью полной переработки природного камня и гипсосодержащих отходов [1]. Изделия на основе сульфата кальция, в частности гипсовые перегородочные панели, широко используются в строительстве и, в сравнении с материалами на порт-

ландцементе, превосходят их по теплозащитным, звукоизолирующим свойствам, огне- и пожаростойкости, а по декоративным и экологическим показателям не имеют себе равных [2].

В то же время невысокие прочностные свойства матрицы предопределены строением и прочностью контактов между кристаллогидратами гипса [3]. Для полной гидратации полуводного сульфата кальция достаточно 18,6 % [2], на практике фактическое значение водогипсового отношения составляет 55–65 %. Следовательно, химически несвязная вода при отверждении материала испаряется, и в структуре матрицы образуются полости и пустоты, которые снижают механические свойства получаемых изделий. Таким образом, уменьшение количества воды затворения позволяет получать гипсовые материалы с повышенными физико-техническими характеристиками.

Использование пластификаторов (ПАВ) различной природы, позволяет при уменьшении воовяжущего отношения сохранить требуемую пластичность раствора. Согласно исследованиям [4], эффективно введение ПАВ на основе нафталинсульфата, который получают из нафталина коксохимического, в состав бетонной смеси, но его применение ограничивается санитарными и экологическими нормами и допусками.

В отличие от традиционных нафталинформальдегидных ПАВ использование поликарбоксилатных пластификаторов – экологически безопасно, при этом данные модификаторы обладают антикоррозионными свойствами. Введение поликарбоксилатных ПАВ в гипсовое вяжущее позволяет увеличить долговечность возводимых объектов, в то же время существенно снизить расходы на их эксплуатацию [5].

По строению полимер поликарбоксилатного пластификатора имеет гребенчатую структуру и состоит из основной цепи – поликарбоксильной кислоты и боковых алкиленоксидных ответвлений различной молекулярной массы. Такая структура пластификаторов обеспечивает частицам цемента электростатическое и стерическое (пространственное) отталкивание. По некоторым оценкам, силы взаимного отталкивания частиц гипса при введении поликарбоксилатного пластификатора почти вдвое больше, чем у суперпластификаторов на основе меламинформальдегидных или нафталинформальдегидных поликонденсатов, и почти втрое больше, чем у суперпластификаторов на основе лигносульфонатов. В результате при минимальных дозировках поликарбоксилатного пластификатора обеспечивается высокая разжижающая способность, нерасслаиваемость смесей минеральных вяжущих и их высокие эксплуатационные характеристики.

Для увеличения эффективности действия пластификатора на свойства гипсового раствора вводят модификаторы, такие как силикатные и карбонатные соли, включая негашеную и гидратную известь и кальцинированную соду. Приведённые добавки особенно эффективны с пластификаторами на основе поликарбоксилатного простого эфира. Применение данных комплексных добавок, основным компонентом которых являются высокоэффективные гиперпластификаторы на поликарбоксилатной основе, позволяет получить высокопроч-

ные и высококачественные бетоны с низким водоцементным отношением и величиной капиллярной пористости [6].

Согласно результатам исследования [7], способы, используемые для изготовления гипсовых композиционных материалов, включающих пластификаторы и модификаторы, не всегда позволяют получить высокотекучие жидкие растворы. Нестабильность результатов действия добавок может привести к перерасходу пластификатора, используемого для обеспечения минимальной пластичности. Таким образом, избыточное количество ПАВ, который является одним из наиболее дорогих компонентов, приведет к увеличению стоимость изделия.

В тоже время известные поликарбоксилатные суперпластификаторы, вследствие их высокой поверхностной активности, имеют тенденцию вовлекать в гипсовое тесто пузырьки воздуха при перемешивании, что, в конечном итоге, приведет к снижению механической прочности материала. Для решения данной проблемы совместно с ПАВ в состав смеси водят пеногасители нерастворимые в воде, поэтому они выделяются из раствора полимера, а следовательно, их эффективность снижается при хранении. Известны способы получения поликарбоксилатных слабопенящихся суперпластификаторов, описанные в патентах US5362324, US 6139623 и EP 1547986 A1, в которых пеногаситель связан с цепью полимера ПАВ. Таким образом, пеногаситель стабилизируется в растворе полимера и пеногасящая способность поддерживается в течение длительного времени.

Решить проблемы низкой воздухоподавляющей способности возможно посредством введения в полимерную структуру бифункционального мономера [ди(мет)акрилата (III)] обеспечивающего пеногашение и способствующего повышению вязкости сополимера, образованию сшитых структур, снижению скорости схватывания гипса, что в свою очередь приводит к медленному росту механической прочности в первые часы твердения гипса. Кроме того, это приводит к получению высокосшитых систем («геля») [8].

В то же время поликарбоксилатный пластификатор является замедлителем схватывания гипса. Если, для компенсации нестабильности параметров эффективности пластификатора, вводят большое количество добавки, схватывание может замедлиться до такой степени, что некоторые изделия, такие как гипсовая панель, не могут быть получены на современном высокоскоростном оборудовании.

Различные добавки существенно влияют на протекание гидратации и формирование структуры минеральных вяжущих: изменяют размер и морфологию кристаллов, состояние межфазной поверхности, пористость и т.д. Введение тондисперсных частиц в состав композиционных материалов позволяет направленно воздействовать на процессы структурообразования, в том числе приводя к их интенсификации [9].

Для улучшения физико-механических свойств гипсового раствора были разработаны добавки в виде углеродных нанотрубок, заполненных медью, которые используется для армирования матрицы [10]. Поскольку добавка плохо

смачивается водой, перед введением в состав смеси обрабатывается раствором поверхностно-активного вещества на основе солей лигносульфонатов.

Согласно исследованиям [11] для управления структурой цементного камня, в состав цементно-песчаной смеси вводят водную суспензию углеродных нанотрубок или астраленов. При модификации минеральных вяжущих наночастицами, необходимо обеспечивать их равномерное распределение в объеме матрицы. Для получения стабильных коллоидных растворов – тонкодисперсных суспензий наночастиц требуется применение различных ПАВ (особенно при использовании фуллеренов и нанотрубок, которые плохо смачиваются водой) [12].

Таким образом, разработка гипсовых композиций с добавками пластификаторов на основе поликарбоксилата и углеродными наноструктурами, позволит получить материалы с улучшенными физико-техническими параметрами.

В качестве вяжущего в иследованиях использовался нормально твердеющий гипс средней степени помола марки Г-4 предприятия ООО «Прикамская гипсовая компания» (г. Пермь), соответствующий ГОСТ 125-79.

В качестве модифицирующих добавок применялись поликарбоксилатный пластификатор и комплексная добавка на основе водного раствора эфира поликарбоксилата, допированная углеродными нанотрубками (DC-5). DC-5 включает в себя 2,5 % многослойные углеродные нанотрубки Graphistrength^{TM} CW3-2,5 фирмы Arkema, состоящие из 10–15 слоев с внешним диаметром от 10 до 15 нм, длиной от 1 до 15 мкм и средней плотностью 50–150 кг/м^3 в поликарбоксилатном ПАВ (эфир поликарбоксилата).

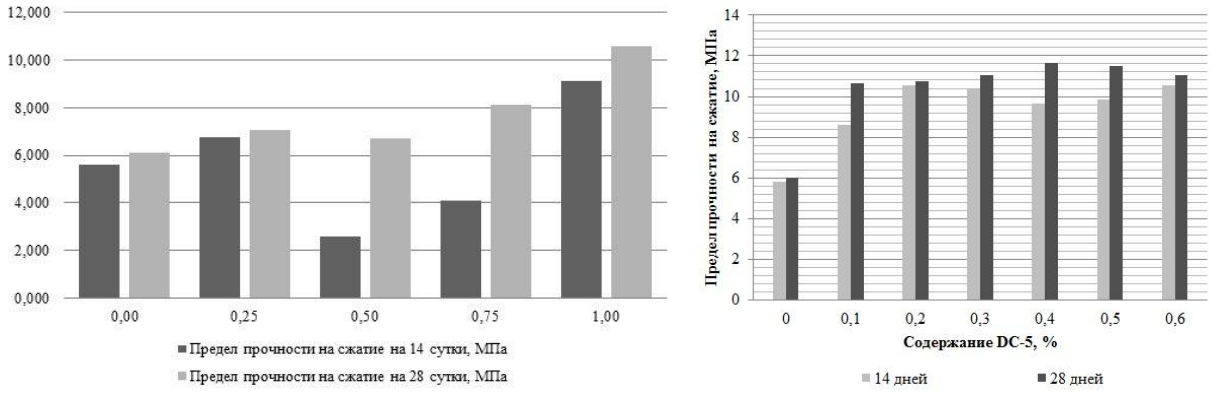
Водогипсовое отношение определялось по стандартной методике с целью получения гипсового теста нормальной густоты, согласно ГОСТ 23789-79. Перемешивание компонентов проводилось вручную в течение 1,5–2 минут. Для приготовления гипсовых образцов использовались стандартные стальные формы с размерами 40×40×160 мм. Образцы выдерживались в формах в течение 20–30 минут с последующим проведением испытаний на определение водостойкости. Образцы хранились при температуре T = 20 °С в течение 14 и 28 дней в условиях нормальной влажности для проведения испытаний на прочность.

Микроструктура образцов была исследована с использованием микроскопа Phenom G2 Pure и JSM 7500F фирмы «JEOL» с использованием ускоряющего напряжения 4 кВ и максимальным увеличением до 20000 раз. Дифференциально-сканирующая калориметрия была выполнена на приборе TGA/DSC-1 компании Mettler Toled, съемка производилась в воздушной атмосфере при температурах 60–1100 °С со скоростью нагрева 30 °С/мин.

При испытании образцов с добавлением поликарбоксилатного пластификатора были определены физико-технические характеристики гипсовых материалов, в частности, водогипсовое отношение уменьшается с 0,68 (для контрольного состава) до 0,58 (для модифицированного), сроки схватывания значительно сокращаются. Начало схватывания для контрольного образца составляло 17 минут, а конец – 23,5 минуты, в то время как введение 1 % пластификатора приводит к значительному уменьшению данных временных отрезков и

достигает следующих значений: начало схватывания наступает через 7 минут, конец – через 14 минут.

Анализ результатов механических испытаний гипсовых композиций (рис. 1, *а*) показал, что введение 1 % поликарбоксилатного пластификатора приводит к росту предела прочности на сжатие до 72 % гипсовых материалов в возрасте 28 дней.



а *б*

Рис. 1. Прочность гипсовых композиционных материалов:
при введении пластификатора (*а*); при введении комплексной добавки DC-5 (*б*)

На основании проведенных исследований гипсовых композиционных материалов было определено, что водопоглощение при содержании пластифицирующей добавки равной 1 % через 4 часа уменьшается на 21,7 % с 45,6% для контрольного образца до 36,4 %, а коэффициент размягчения незначительно увеличивается и составляет 0,38.

Таким образом, введение пластифицирующей добавки на основе поликарбоксилата в состав гипсового вяжущего способствует повышению прочностных характеристик, за счет снижения водогипсового отношения увеличивается плотность и снижается водопоглощения материала.

На рис. 1, *б* представлены результаты механических испытаний гипсового вяжущего с добавлением дисперсии на основе водного эфира поликарбоксилата, допированная многослойными углеродными нанотрубками. Анализ результатов исследований прочностных характеристик композиционных материалов показал, что введение комплексной добавки DC-5 в количестве 0,4 % (соответствует 0,005 % углеродных нанотрубок) от массы вяжущего способствует оптимальному повышению прочности на сжатие на 93,3 образцов в возрасте 28 дней по сравнению с контрольным образцом. Однако при дальнейшем повышении концентрации наблюдается постепенное снижение механических показателей гипсового камня.

Дифференциально-сканирующая калориметрия гипсовой композиции проводился в интервале температур от 60 до 1100 °С со скоростью нагрева 30 °С/мин.

На приведенных спектрах (рис. 2) образцов можно увидеть двойной эндотермический эффект в интервале температур от 200 до 230 °С, отвечающий за

удаление кристаллизационной воды, экзотермический эффект при 390–430 °С, связанный с перестройкой кристаллической решетки ангидрита и эндотермический пик при температурах 800–820 °С, отвечающий за разложение карбоната кальция.

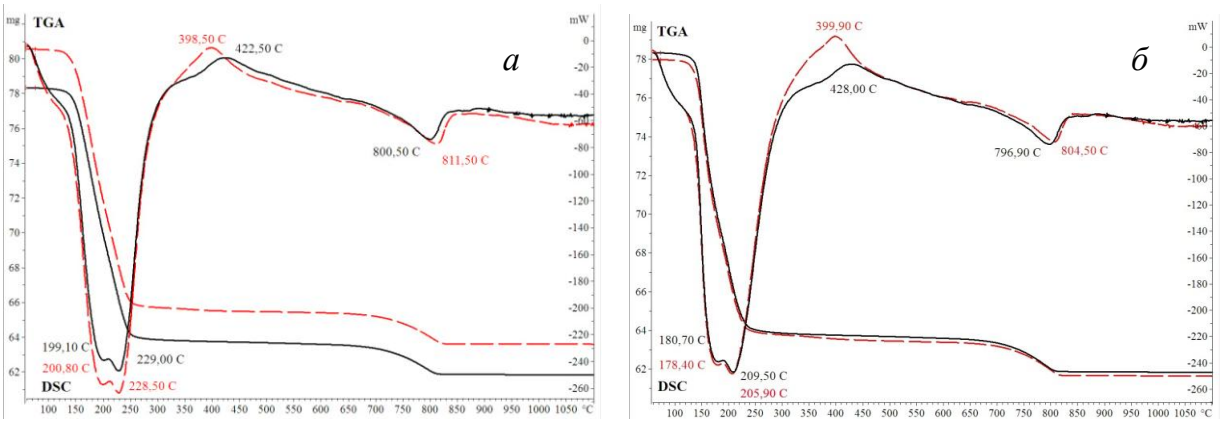


Рис. 2. Спектры гипсовой матрицы: контрольный образец (черн.) и образец при введении поликарбоксилата (красн.) (*а*); контрольный образец (черн.) и образец при использовании комплексной добавки DC-5 (красн.) (*б*)

На спектрах образца с добавками происходит смещение температурного эффекта в сторону меньших температур и увеличивается интенсивность пика, связанного с перестройкой ангидрита, что говорит о большем содержании гипса. Так же это подтверждает общая потеря массы образцов, для гипса она составила 20,8 %, при добавлении поликарбоксилата – 25,8 %, при совместном введении добавок – 21,2 %.

Микроструктурный анализ образцов без добавок показал (рис. 3 *а*), что в структуре гипсовых образцов преобладают призматические кристаллы, хаотично распределенные в объеме матрицы, образуя пористую структуру, которая характеризуется невысокими физико-механическими характеристиками. При введении модификаторов в структуре матрицы (рис. 3, *б*, *в*) образуются плотные участки срастания кристаллогидратов гипса, что приводит к увеличению площади межфазной поверхности и снижению пористости, в конечном итоге, способствуя повышению механических свойств композиционных материалов.



Рис. 3. Микроструктура гипсовой матрицы: без добавок (*а*);
с введением поликарбоксилата (*б*); при введении комплексной добавкой DC-5 (*в*)

Использование модификаторов на основе поликарбоксилатного пластификатора способствует улучшению физико-технических характеристики гипсовых растворов: снижается водогипсовое отношение, значительно сокращаются сроки схватывания гипса и уменьшает водопоглощение. Введение комплексной добавки DC-5 приводит к увеличению предела прочности на сжатие до 93 % при оптимальном содержании модификатора. Улучшение физико-технических характеристик модифицированных гипсовых материалов, вероятно, происходит за счет интенсификации процессов структурообразования и увеличении степени гидратации двуводного сульфата кальция, о чем свидетельствует результаты дифференциально-сканирующей калориметрии. При этом формируется матрица повышенной плотности с увеличенной площадью межфазной поверхности, что и приводит к росту прочностных характеристик.

Список литературы

1. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства) / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников. – М.: Стройиздат, 1979. – 477 с.
2. *Ферронская А.В.* Гипсовые вяжущие и изделия / А.В. Ферронская, А.В. Волженский. – М.: Стройиздат 1974. – 328 с.
3. *Полак А.Ф.* Твердение минеральных вяжущих веществ / А.Ф. Полак, В.В. Бабков, Е.П. Андреева. – Уфа : Башк. кн. изд-во 1990. – 216 с.
4. Способ получения пластификатора / Амитин А.В., Бляхман Л.И., Валетдинов Р.Ф., Елин О.Л., Крылова Е.К., Мячин С.И., Панфилов В.А., Прокопенко А.В., Сапронова С.В., Шерстобитов А.А. Патент на изобретение RU 2245856 C1. Заявка № 2003124990/03 от 14.08.2003. Опубликовано: 10.06.2009, Бюл. № 16.
5. *Тарасов В.Н.* Отечественные поликарбоксилатные суперпластификаторы производства ООО «НПП МАКРОМЕР» для бетона, гипса и строительных смесей // Технологии бетонов. – 2015. – №1–2.
6. *Ибрагимов Р.А.* Тяжелые бетоны с комплексной добавкой на основе эфиров поликарбоксилатов: дис. канд. техн. наук. – Казань : КГАСУ, 2011. – 184 с.
7. Способы приготовления гипсового раствора с модификаторами и пластификаторами / Лю Цинся, Блэкберн Дэвид Р., Шейк Майкл П., Рэндалл Брайан, Уилсон Джон В., Летткеман Дэннис М. Патент на изобретение RU 2417963 C2. Заявка № 2008101409/03 от 13.06.2006. Опубликовано: 10.05.2011, Бюл. № 13.
8. Поликарбоксилатная пластифицирующая добавка для бетона, строительных растворов и сухих строительных смесей и способ ее получения (варианты) / Тарасов В.Н., Лебедев В.С. Патент на изобретение RU 2469975 C1. Заявка № 2011121060/03 от 26.05.2011. Опубликовано: 20.12.2012, Бюл. № 35.
9. *Яковлев Г.И., Первушин Г.Н., Мачулайтис Р., Керене Я., Пудов И.А., Полянских И.С., Политаева А.И., Гордина А.Ф., Шайбадуллина А.В.* Наноструктурирование композитов в строительном материаловедении // Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М.Т. Калашникова, 2014. – С. 180.

10. *Яковлев Г.И., Кодолов В. И., Крутиков В.Д., Плеханова Т.А., Бурьянов А.Ф., Керене Я.* Нанодисперсная арматура в цементном пенобетоне // Технологии бетонов. – 2006. – № 3. – С. 68–71 с.
11. Патент – 2233254 РФ, МПКб С04В28/02 Композиция для получения строительных материалов / Пономарев А.Н., Ваучский М.Н., Никитин В.А., Захаров И.Д., Прокофьев В.К., Добрица Ю.В., Заренков В.А., Шнитковский А.Ф.; ЗАО «Астрин-Холдинг». – №2000127644/03, Заявка: 26.10.2000; Опубл. 10.12.2002.
12. *Королев Е.В.* Основные принципы практической нанотехнологии в строительном материаловедении // Нанотехнологии в строительстве: научный интернет-журнал. – 2009. - № 1. – С. 66–79.

Привалова М.А., студент, e-mail: 11basketball11@mail.ru;
ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»

Вертикальные фермы

Аннотация. В данной статье рассматривается виды и устройство конструкции вертикальной фермы, актуальность, влияние на функционирование городского и пригородного пространства, а также перспективность реализации таких проектов.

Ключевые слова: вертикальная ферма, энергоэффективность, архитектура будущего, промышленные здания, экоархитектура

Климатические изменения (засухи, наводнения, непредсказуемость погодных условий, экологические катаклизмы), действие вредителей, влияние человеческого фактора ведут к снижению урожайности и как следствие удорожанию продуктов питания. И с каждым годом население нашей планеты увеличивается и весь мир давно обсуждает проблемы перенаселения, ограниченности и истощения топливных, водных ресурсов, и к тому же, пригодных для сельского хозяйства земель становится с каждым годом всё меньше, а потребности в продуктах только увеличиваются. Самым печальным прогнозом ученых является надвигающаяся проблема голода и войны за природные ресурсы, пригодные для сельского хозяйства. И решение проблемы стоит искать не только в отдельных областях, а в целом их ряде, таких как промышленная микробиология, гидробиология, агрономия, исследования в областях генетики растений и животных, контроля и утилизации отходов, общественного здравоохранения, градостроительство, проектирование зданий, и т.д. И относительно недавно исследования в этих областях натолкнули человечество на несколько вариантов решения, одним из которых являются вертикальные фермы.

Вертикальная ферма (городская ферма, “urban farming”) – обобщенное название высокоавтоматизированного агропромышленного комплекса, размещенного в специально спроектированном высотном здании. Главное отличие вертикальных ферм от традиционных тепличных хозяйств и животноводческих

ферм – это интенсивный подход к использованию территории, вертикальное многоярусное размещение насаждений.

На данный момент можно выделить следующие основные виды вертикальных ферм:

1. Фермы, специализирующиеся исключительно на растениеводстве.

2. Сельскохозяйственные фермы, занимающиеся растениеводством и животноводством. (прим. данном случае сооружение работает как экосистема). [1]

По сути, ферма представляет собой многоэтажную теплицу, которая включает в себя объеденные под одной крышей обслуживающие, вспомогательные блоки и непосредственно остекленное пространство теплиц, с закрепленным оборудованием. Так же, каркас может быть выполнен в виде пространственной оболочки.

Рассматривая преимущества таких «телиц», стоит обратить внимание на технологии выращивания растений, используемых при этом. К ним относятся:

Аквапоника (лат. aqua – вода, греч. πόνος – работа) – высокотехнологичный способ ведения сельского хозяйства, сочетающий выращивание различных видов рыб и беспочвенное выращивание растений. [2]

Аэропоника – процесс выращивания растений в воздушной среде без использования почвы, при котором питательные вещества к корням растений доставляются в виде аэрозоля. [3]

Гидропоника – это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы. При выращивании гидропонным методом растение питается корнями не в почве, а во влажно-воздушной, сильно аэрируемой водной, или твердой, но пористой, влаго- и воздухоёмкой среде. [4]

За счет этих технологий нагрузка на конструкцию значительно снижется, т.к оборудование для данных систем и сами растения с субстратом относительно легкие. За счет этого сокращается использование земельных ресурсов. А многоярусное расположение растений экономит территориальные ресурсы. Казалось бы, что многие государства имеют в своем распоряжение огромные ресурсы потенциальных сельскохозяйственных площадей, а эффективное использование земельных ресурсов некоторыми странами может прокормить всё население, и нет необходимости выращивать растения в таких многоэтажных теплицах, которые требует затрат на их возведение, обеспечение и обслуживание. Но, во-первых, чрезмерное использование пестицидов и прочих химических веществ, слишком обильный полив и истощение почв увеличивают скорость потерь их верхнего слоя, которая в разы превышает скорость, обеспечивающую естественное восстановление. Во-вторых, рост городов уменьшает площади, отведённые под сельское хозяйство, а производства, вынесенные за пределы городов, значительно увеличивают стоимость продукции и скорость их доставки, что сказывается на их качестве.

В связи с этим у вертикальных ферм есть ряд преимуществ:

1. Сбор урожая круглый год; в закрытом помещении задействуется территория в разы меньше чем в открытом грунте в зависимости от вида растений

(например, 100 кв.м площади отведенных под рассаду виктории по продуктивности равны 300 кв.м в открытом грунте).

2. Неблагоприятные погодные условия, насекомые и вредители не способны влиять на урожайность.

3. Вся продукция является экологически чистой как для потребителя, так и для окружающей среды: Технология выращивания не требует использование пестицидов.

4. Энергообеспечение комплексов, частичную или полную автономность можно осуществить за счет:

а) использования энергии солнца и ветра; к тому же солнечные панели и ветрогенераторы можно расположить, даже на самом здании фермы;

б) использование биомассы (отходов производства ферм) для получения энергии (в процессе компостирования либо предполагается, что в специальных метантанках анаэробные бактерии будут перерабатывают органические отходы ферм в метан, сжигание которого обеспечит ферму теплом и электричеством практически полная механизация всех процессов повышает производительность таких комплексов (не требуется использование массивной аграрной техники).

5. Устранение естественных водопотерь путем переработки производственных вод

6. Комплексы способствуют сохранению природных ландшафтов, нормализуя функционирование естественной экосистемы. Либо освободившиеся территории могут использоваться для выращивания культур, которые невозможно вырастить без земли или для посадки лесов.

7. Обеспечивают города благоприятной и функциональной окружающей средой.

8. Так же, конструкции таких теплиц, выполненных из легкого сборного каркаса, а также съемное легкое оборудование обеспечит их мобильность, а гибкая конструкция дает возможность установки дополнительных модулей

9. Города, ранее неприспособленные для ведения сельского хозяйства превращаются из пассивных в активные центры производства продукции этой отрасли, тем самым значительно снижая затраты на доставку, транспортировку и хранение продукции. И многим людям дает возможность заниматься сельским хозяйством в городских условиях.

10. Создание новых рабочих мест, в том числе и для МГН.

11. Дают возможность изучения способов ведения сельского хозяйства в закрытых помещениях. А это первые шаги в изучении использования сельскохозяйственных технологий, например, на Марсе или Луне.

12. Эти конструкции можно отнести и к архитектуре чрезвычайных ситуации т.к конструкции небольшой этажности являются быстровозводимыми, например, для обеспечения продовольствием, после экологических катастроф либо обеспечение продовольствием стран 3-го мира.

13. Стабилизация экономической ситуации в условиях кризиса.

14. Предотвращение возможных военных конфликтов из-за природных ресурсов, пригодных для ведения сельского хозяйства.

15. Дает возможность выращивать экзотических импортных культур, которые сложно вырастить даже в условиях обычных теплиц.

Препятствий при строительстве вертикальных ферм тоже довольно таки много: например, высотность, ведь строительство небоскрёбов довольно затратное дело, также колоссальное количество энергии затрачивается на поддержку работы всех систем. А для некоторых регионов с низкими температурами и коротким световым днем затраты увеличивается в разы. Но не смотря на некоторые минусы проекты вертикальных фермы уже начинают активно воплощаться в реальность. Например, В 2011 году в г. Сувон, Южная Корея был запущен проект 3х этажной теплицы (рис. 1). И примерно в это же время первая продукция подземного комплекса компании PlantLab появилась в магазинах Нидерланд. [5]

В России к ним можно отнести проект осетровой фермы в д. Антоново Шеметовского поселения состоящий из рыбных бассейнов под крышей и вертикальных ферм для различных культур. Отработанная вода с фермы является питательным субстратом для растений, выращиваемых по гидропонной технологии. [6]



Рис. 1. Проект 3-х этажной теплицы в г.Сувон, Южная Корея



Рис. 2. Проект гидропонной вертикальной теплицы



Рис. 3. Концептуальный проект теплицы-небоскреба

Исходя из этого, можно предположить, что вертикальные фермы действительно могут стать неотъемлемой частью городской архитектуры, по прогно-

зам некоторых ученых, уже с середины 21 века такие фермы будут активно использоваться в крупных мегаполисах. Эффективное использование пространства, применение современных технологий выращивания, механизация и компьютеризация процессов со временем дадут возможность воплотить концептуальные проекты «ферм-небоскребов» (рис. 3). И поэтому вертикальные фермы можно смело назвать архитектурой будущего.

Список литературы

1. Вертикальная ферма [Электронный ресурс] // Википедия [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Вертикальная_ферма (дата обращения: 27.03.2016).
2. Гидропоника [Электронный ресурс] // Википедия [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидропоника (дата обращения: 11.03.2016).
3. Аэропоника [Электронный ресурс] // Википедия [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аэропоника (дата обращения: 11.03.2016).
4. Аквапоника [Электронный ресурс] // Википедия [Сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Аквапоника (дата обращения: 11.03.2016).
5. *Болотов К.* В Швеции заложен первый в мире Plantagon [Электронный ресурс] // membrana. Людию Идеи. Технологии [Сайт]. – Дата размещения: 16.02.2012. – URL: http://www.membrana.ru/particle/17607 (дата обращения: 11.03.2016).
6. *Аникиенко С.* Осетрина первой свежести [Электронный ресурс] // Вперёд. Муниципальная общественно-политическая газета Сергиево-Посадского района [Сайт]. – Дата размещения: 23.05.2015. – URL: http://www.vperedsp.ru/statyi/articles/?ID=15919 (дата обращения: 11.03.2016).

Пушкарева А.В., магистрант, e-mail: anyuta.pushkareva@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Централизованная сеть музеев Удмуртии

Аннотация. В данной статье акцентируется особое внимание на значении музеев, их роли и места в жизни общества и развитии региона. Статья раскрывает основное содержание понятия сети музеев. Также рассматривается актуальность создания централизованной сети музеев и ее основные функции. Особое внимание уделено разнообразию музеев Удмуртии. Говорится о значимых музеях Удмуртии, которые войдут в состав централизованной сети. Описываются результаты их влияния на регион. Автор дает описание способа, при помощи которого возможно достичь общей централизации. В статье предпринята попытка раскрыть основные результаты создания такой музейной сети. Автор приходит к выводу, что деятельность централизованной сети музеев будет направлена на развитие региона, формирование имиджа республики, туристического кластера и сопутствующих творческих индустрий, сохране-

ние объектов культурного наследия, создание рабочих мест, создание системы дополнительного образования.

Ключевые слова: музей, музейная сеть, централизованная сеть музеев, музеи Удмуртии, сеть музеев УР.

«Чтобы раскрыть все богатства искусств перед животворным оком народа, чтобы сделать каждый предмет доступным публичному обозрению и не лишить его заслуживаемой им славы, чтобы установить, наконец, в Музее порядок, достойный вещей, которые в нем хранятся, мы не должны пренебречь ничем» [1].

Музеи XXI века являются показателем качества жизни территории. Они обладают значимыми художественными и гуманитарными ценностями.

Музей, как хранитель духовного опыта и «окно» в мир художественной реальности, имеет особое значение для формирования ценностных ориентации и приоритетов личности в пространстве культуры [2].

Известный философ Н.Ф. Федоров говорил, что музей как институт живой памяти, охватывающий все значимые объекты памяти народов, как главный информационный фактор, способствующий устойчивому и гармоничному развитию цивилизации [3]. Иными словами, роль музея, по Федорову, заключается в сбережении и хранении наших ценностей, природного и культурного наследия человечества, передаче его будущим поколениям.

Согласно определению словаря актуальных музейных терминов, музейная сеть это целенаправленно формируемая совокупность музеев, либо совокупность конкретных групп музеев, действующих на определенной территории. [4].

Централизованная музейная сеть как объединение музеев, расположенных на территории региона, показывает историю социально-экономического и культурного развития этого региона. В то же время она учитывает деятельность самих музеев, их роль, степень значения в жизни общества и место в культурном пространстве страны.

В современных условиях сети музеев становятся центрами образования, коммуникации, культурной информации и творческих инноваций. Они участвуют в формировании и преобразовании городского пространства, оказывают влияние на экономическое благосостояние города, развитие творческих индустрий и культурного предпринимательства, поддержку народных промыслов в регионах.

Развитие новых форм и способов коммуникации музеев с обществом порождает потребность самих музеев в поиске нового самоопределения и позиционирования в социальной среде и виртуальном пространстве. Взаимодействие музеев и общества усиливается благодаря тому, что музеи выходят за пределы своей привычной экспозиционной деятельности и предлагают пользователям более активные формы воспроизводства и переработки информации [5].

В современную музейную сеть внедряются новые информационные и медиа технологии, современные средства коммуникации для выстраивания диалога с различными категориями посетителей: информационные системы, аудио-

гиды, виртуальный музей, а также разрабатываются программы, созданные для улучшения работы отделов сети музеев.

Особую актуальность приобретает изучение региональной музейной сети на примере Удмуртской Республики как составной части музейной сети Российской Федерации.

В 2009 году министерством культуры Удмуртской Республики была поставлена задача Национальному музею Удмуртии, как методическому центру, провести исследование, анализ ситуации и разработать концепцию музейной сети региона.

Удмуртия обладает развитой музейной сетью. Она достаточно равномерно размещена по территории региона. В Удмуртской Республике функционируют: 6 государственных, 27 муниципальных с филиалами, 27 ведомственных и 118 музеев образовательных учреждений.

В Удмуртии 6 республиканских музеев, и все они разнообразны по профилю: Национальный музей Удмуртской Республики имени Кузебая Герда - краеведческий музей, Республиканский музей изобразительных искусств – художественный музей, Государственный музейно-архитектурный комплекс «Музей-усадьба П.И. Чайковского» – мемориальный музей, «Историко-архитектурный музей-заповедник «Лудорвай» – этнографический музей; «Историко-культурный музей-заповедник УР «Иднакар» – археологический музей, Музейно-выставочный комплекс стрелкового оружия имени М.Т. Калашникова – комплексный музей, сочетающий функции мемориального, научно-технического и исторического музея.

Центральным музеем является Национальный музей УР имени Кузебая Герда.

Музеи Удмуртии участвуют в разработке эффективных антикризисных городских и районных программ, а также разрабатывают программы и проекты, способствующие повышению конкурентоспособности и улучшению имиджа территорий городов и районов, развитию городской среды, созданию комфортных условий и толерантной обстановки.

Целью разработки такой централизованной сети является создание в республике целостной взаимосвязанной музейно-выставочной системы, которая включает музеи различных профилей, выставочные залы, галереи, памятники истории и культуры. Данная централизованная сеть способствует наиболее эффективному и всестороннему показу истории, природы, общественного развития и искусства, а также современных достижений в социально-экономической и духовной жизни.

Общей централизации можно достичь за счет создания объединенных отделов и служб, ориентированных на решение задач, общих для всех музеев региона, и особого структурного подразделения для разработки архитектурно-художественных решений и технического оснащения музейных экспозиций [6].

Централизованная сеть музеев позволит оживить экспозиционную деятельность, при которой увеличится насыщенность выставок и процент экспонирования музейных предметов в постоянных экспозициях, расширится основ-

ной фонд. И в итоге все это приведет к быстрому и систематическому росту общего числа посетителей.

Каждый из музеев централизованной сети будет выполнять свою функцию и дополнять другие. Деятельность централизованной музейной сети УР будет направлена на развитие самого региона, а также ориентируется на формирование имиджа республики, туристического кластера и сопутствующих творческих индустрий, сохранение объектов культурного наследия, создание рабочих мест, создание системы дополнительного образования.

Список литературы

1. *Луи Д.* Речи и письма живописца Луи Давида / Пер. Б. Денике. – М.-Л.: ОГИЗ-ИЗОГИЗ, 1933. – 277 с.
2. Британский музей. Лондон: (Альбом) / Авт. вступ. статьи Б. Ривкин. – М.: Изобразительное искусство, 1980. – 256 с.
3. *Федоров Н.Ф.* Музей, его смысл и назначение // Философия общего дела. Статьи, мысли и письма Николая Федоровича Федорова, т. II, М., 1913. – 399 с.
4. *Каулен М.Е.* Словарь актуальных музейных терминов / Каулен М.Е. Сундиева А.А., Чувилова И.В. и др. // Музей. – 2009. – № 5. – С. 47–68.
5. *Макарова И.И.* Российский художественный музей в современном социокультурном пространстве: стратегии коммуникации: автореф. дис. канд. культурологи. Теория и история культуры. – М., 2011. – 207 с.
6. *Ревякин В.И.* Рекомендации по проектированию музеев / *Ревякин В.И., Оленев А.А.* – М.: Стройиздат, 1988. – 74 с.

УДК 658.15

Ратов А.Г., старший преподаватель, e-mail: agratov@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Анализ ресурсных рисков при реализации инвестиционно-строительных проектов

Аннотация. В данной статье рассматривается классификация ресурсных рисков инвестиционно-строительного проекта. Наибольшая часть рисков лежит именно в этой плоскости, т. к. ресурсы занимают ключевое место в реализации инвестиционно-строительного проекта. Статья классифицирует применяемые ресурсы по пяти основным направлениям, описывает наиболее характерные для них риски и предлагает методы, позволяющие избежать возможности их возникновения или минимизировать их последствия.

Ключевые слова: Риск-менеджмент, управление рисками, инвестиционно-строительный проект, ресурс, риск

В ходе реализации инвестиционно-троительноых проектов важное место в системе управления рисками отводится управлению ресурсными рисками. Ресурсы - это факторы, используемые для производства экономических благ. Под экономическими ресурсами понимаются все природные, людские и произведенные человеком ресурсы, которые используются для производства товаров и услуг. [1] Согласно данного определения, в качестве ресурсов инвестиционно-строительного проекта можно выделить:

1) материальные русурсы;
2) человеческие ресурсы;
3) финансовые ресурсы;
4) информационные ресурсы;
5) административные ресурсы. [2]

Рассмотрим эти группы более подробно.

Говоря о материальных ресурсах, мы в первую очередь имеем ввиду строительные материалы, используемые при возведении здания. Соответственно, риски здесь будут связаны с качеством применяемых в строительстве материалов. Если оно не соответствует принятым государственным стандартам, то на этапе эксплуатации объекта недвижимости возрастают риски финансовых потерь, связанных с исправлением и доделкой полученного брака. Именно это чаще всего имеют ввиду, говоря о рисках, сопряжённых с материальными ресурсами.

Однако, можно выделить и другие. Например, несоответствие качества бетона может привести к более длительному застыванию, что негативно скажется на сроках реализации проекта. Это только частный пример, на практике из-за низкого качества строительных материалов довольно часто возникают задержки, которые кажутся незначительными в рамках конкретной операции, но, складываясь с задержками в других операциях, выливаются в серьёзные временные потери для проекта в целом. Также есть риск, связанный с несовпадением стоимости материалов на этапе строительства по сравнению с этапом проектирования. Несвоевременность поставки материалов так же приводит к затягиванию сроков реализации проекта или к дополнительным затратам из-за необходимости покупать материалы у сторонних поставщиков по завышенным ценам. Также здесь существует специфический региональный риск – в некоторых регионах складывается монополия на те или иные материалы, соответственно, их стоимость может оказаться завышенной.

Среди материальных ресурсов так же необходимо упомянуть технику и оборудование, применяемые в строительстве. Поломки, вызванные качеством или износом применяемых машин и механизмов не только приносят прямые финансовые потери в виде затрат на ремонт, но и вызывают простои, что либо приводит к затягиванию сроков реализации проекта, либо снова увеличит затраты, т. к. для соблюдения сроков необходимо будет нанять технику и оборудование в сторонней организации.

Каким образом организация может застраховать себя от подобных событий? В части материалов это, в первую очередь, долгосрочные контракты с на-

дёжными поставщиками. Это позволит избежать сразу нескольких рисков – качества, стоимости и своевременности поставок. В случае с монополией на региональном рынке, необходимо по возможности подбирать такие технологии и материалы, которые позволят избежать необходимости переплачивать. Для рисков, связанных с техникой и оборудованием, наиболее простым решением будет не использовать свою, а изначально планировать проект под работу с наёмной техникой, перекладывая риски на подрядчика. В случае, если это невозможно, оптимальным решением будет формирование своей технической базы на основе качественной техники.

Следующим видом ресурсов инвестиционно-строительного проекта являются человеческие ресурсы. Строительство во многом зависит от рабочих. Достаточность персонала, его квалификация, мотивация – всё это сказывается на сроках выполнения проекта и на качестве работ. Причём зачастую нежелательные последствия наступают параллельно, так, низкая квалификация рабочих приводит к тому, что работы выполняются медленно и с низким качеством, что влечёт за собой не только затягивание проектных сроков, но и к необходимости исправлять брак в работе. Недостаточность персонала негативно скажется на сроках проекта, т. к. работы будут производиться с нарушением графика. Недостаточность мотивации и работников так же приведёт к нарушению трудовой дисциплины, срывам сроков и нарушениям в сфере качества. Опять же, наиболее простым решением для всех этих рисков будет привлечение подрядной организации, это позволит перераспределить риски.

Финансы так же выступают в роли ресурсов проекта. В этой области наиболее часто встречаются инвестиционные риски, то есть риски, связанные с недополучением инвестиций. Как следствие, для осуществления проекта застройщику может понадобиться привлечение дорогих кредитных продуктов, что снизит прибыль от проекта.

Риски сбыта так же относятся к наиболее серьёзным финансовым рискам, т. к. невыход на плановый уровень продаж приведёт к снижению прибыли проекта.

Помимо вышеуказанных, есть ещё группа финансовых рисков, связанная с незапланированным увеличением затрат, например, вследствие изменения государственной налоговой политики и по другим независящим от руководства проекта причинам.

Данную группа рисков очень сложно исключить, в основном речь идёт о снижении их негативного воздействия.

Самый ценный ресурс XXI века – информация, в том числе и в области строительства. Если исходная информация собрана неправильно, то все данные, которые были получены в ходе планирования и моделирования проекта могут быть ошибочными и проект окажется под угрозой краха. Особо здесь стоит отметить информацию, касающуюся планируемой строительной площадки.

Помимо исходной информации, риски в себе таит и проектная документация. Если в ней допущены ошибки, то на этапе планирования проекта это приведёт к дополнительным финансовым и временным затратам на их устранение. При выявлении ошибок на более поздних стадиях воплощения проекта

финансовые потери будут только нарастать, возможно, речь может зайти даже о невозможности завершения проекта.

Так же к информационным ошибкам можно отнести неправильный подбор технологии строительства или неправильный выбор материалов в рамках выьранной технологии. При планировании проекта необходимо учитывать специфику планируемого под застройку земельного участка по многим параметрам – геология, климат и т. п.

Ошибки в планировании так же несут огромную угрозу проекту, так, например, просчёт маркетологов может поставить окупаемость проекта под угрозу, если не будут достигнуты плановые объёмы сбыта. Маркетологам необходимо учитывать множество параметров, такие, как текущий уровень спроса, уровень доходов планируемых потребителей и т. п.

Точно так же негативно на результатах могут сказаться и ошибки в финансовом планировании, например, в условиях инфляции необходимо учитывать то, что поступающие денежые потоки подлежат дисконтированию.

Данная категория рисков может компенсироваться тщательным подбором информации и подрядных организаций, выполняющих проектные работы.

Последняя, пятая категория рисков, наиболее часто встречающихся в инвестиционно-строительных проектах – риски, связанные с административными ресурсами. Их можно поделить на внутренние (связанные с менеджментом строительной организации) и внешние, которые возникают при взаимодействии с органами государственной и муниципальной власти.

Среди внутренних рисков в первую очередь необходимо упомянуть плохой менеджмент, то есть недостаточность квалификации руководства проекта. Руководитель инвестиционно-строительного проекта должен быть спецмалистом не только в экономике и менеджменте, но и разбираться в строительстве, чтобы принимать взвешенные управленческие решения. Если решения принимаются неправильно, то проект находится под угрозой срыва или больших убытков.

Так же большое внимание необходимо уделять внутреннему взаимодействию в организации, т. к. низкий уровень взаимодействия может привести к увеличению сроков строительства и затрат на него. Дествия всех струтурных подразделений должны быть согласованы и точны, все бизнес-процессы на предприятии должны планироваться.

Риски в этой области требуют большого внимания к управленческим кадрам.

Внешние административные ресурсные риски очень обширны, в этом направлении возможны очень многие неприятные для проекта и предприятия последствия. Строительная отрасль очень сложна именно за счёт необходимости согласовывать большие объёмы документации как для получения разрешения на строительство, так и для ввода готового объекта нелвидимости в эксплуатацию. К тому же в ходе производства работ необходимо соблюдать требования экологического, градостроительного, гражданского, налогового законодательства.

Таблица. **Наиболее распространённые ресурсные риски инвестиционно-строительных проектов**

Категория ресурсов проекта	**Вид ресурса в рамках категории**	**Возможные риски**	**Возможные оследствия рисков для инвестиционно-строительного проекта**
Материальные ресурсы	Строительные материалы	Качество материалов	Низкое качество может негативно сказаться на сроках проекта
			На стадии эксплуатации рост затрат на исправление брака
		Стоимость материалов	Несовпадение проектной и фактической стоимости
		Своевременность поставки материалов	Затягивание сроков проекта или необходимость приобретать материалы у стороннего поставщика по завышенным, по сравнению с проектными, ценам
		Региональные монополии	Если рынок каких-либо материалов в данном регионе занят монополистом, цена может оказаться завышенной
	Техника и оборудование	Старая или некачественная техника и оборудование	Частые перерывы в работе для ремонта вызывают затягивание сроков
			Запасные части и ремонт требуют дополнительных затрат
			В случае необходимости безотлагательного продолжения работ – дополнительные затраты на привлечение сторонней техники и оборудования
Человеческие ресурсы		Низкая квалификация	Работы выполняются медленнее, качество выполнения низкое. Затягиваются сроки реализации проекта и на этапе эксплуатации требуется вкладывать дополнительные средства для устранения недоработок
		Достаточность персонала	Несоблюдение плановых сроков строительства. Низкое качество проведения работ
		Мотивация персонала	Низкая трудовая дисциплина вызовет нарушение сроков и недостаток качества
Финансовые ресурсы		Инвестиционные риски	Недостаточность средств для воплощения проекта приводит к необходимости пользования заёмными средствами, что, в свою очередь, снижает прибыль проекта
		Риски, связанные с незапланированным увеличением затрат	Снижение прибыльности проекта
		Риски сбыта	Невыход на плановые объемы сбыта уменьшит прибыль проекта

Таблица (продолжение).

Категория ресурсов проекта	**Вид ресурса в рамках категории**	**Возможные риски**	**Возможные оследствия рисков для инвестиционно-строительного проекта**
Информационные ресурсы		Ошибки в технологии строительства	Технология, не соответствующая особенностям климатической зоны, региона может привести к краху проекта в целом
			Несоответствие выбранных материалам технологии, предусмотренной проектом
		Информациионные ошибки	Неправильно подобранная исходная информация может привести не только к финансовым потерям, но и краху проекта в целом
			Неточности в информации о выбранном для застройки участке может в разы увеличить расходы проекта
		Ошибки в проектной документации	Увеличение сроков согласования проекта
			Усложнение процедуры ввода в эксплуатацию может привести к нарушениям сроков и удорожанию проекта
			Необходимость проведения дополнительных работ с удорожанием проекта
		Недостатки планирования	Ошибочная информация маркетологических исследований может привести к снижению прибыли за счёт недостижения плановых показателей сбыта
			Ошибки в финансовом планировании могут иметь в качестве результата недостижение плановых показателей прибыльности
Административные ресурсы		Плохой менеджмент	Принятие ошибочных управленческих решений может увеличить как расходную часть проекта, так и сроки выполнения
		Несогласованность действий между структурными подразделениями	Может привести к увеличению сроков проекта и увеличить затраты
		Взаимодействие с государственными и ли муниципальными органами власти	Самый широкий спектр негативных последствий, вплоть до остановки проекта

Поскольку ресурсные риски занимают ключевое место среди рисков инвестиционно-строительных проектов вцелом, необходимо сосредоточить усилия по управлению рисками именно на этой группе. Разумеется, для каждого проекта наиболее характерными могут быть ресурсные риски, сопряженные с конкретными видами ресурсов, т. к. каждый новый проект имеет свои особен-

ности. Попытка создать типовой механизм управления рисками не приведет к положительному результату, в каждом отдельно взятом случае необходимо, в первую очередь, учитывать специфику проекта. [3]

Список литературы

1. *Грузинов В.П., Грибов В.Д.* Экономика предприятия. – Изд. 2-е. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 208 с.
2. *Грахов В.П., Ратов А.Г.* Внедрение риск-менеджмента в практику работы строительных организаций с целью повышения их устойчивости и конкурентоспособности, применение кайдзен-костинга в управлении рисками // Экономика и предпринимательство. – 2015. – № 6 (ч. 3) (59-3). – С. 634–638.
3. *Иванова И.Б.* Разработка алгоритма управления рисками инвестиционно-строительного проекта в жилищном строительстве в условиях кризиса // Сб. мат. второй ежегодной междунар. науч.-практ. конф. «Фотинские чтения» (23–25 марта 2015 г.). – Ижевск : Издательство «Проект», 2015. – С. 250–254.

Рединова А.М., студент, e-mail: mikhaelka18@yandex.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Строительство детских садов нового формата в России

Аннотация: В данной статье говориться о важной на сегодняшний день проблеме, связанной с моральным и физическим старением детских садов в нашей стране, а также их перенасыщенности.

Цель данной статьи заключается в изучении основных тенденций развития детских садов на примерах, реализованных на Западе. Рассматриваются причины, по которым детские сады в России не соответствуют уровню современных требований. Предлагаются варианты создания детского сада нового формата.

Существует много вариантов развития современного образа детских садов: детский сад как многофункциональный центр, альтернативный детский сад, экологический детский сад, детские сады, расположенные на первых этажах жилых зданий, сады, основанные на близости ребенка к природе, а также множество других вариантов строительства современных детских садов.

При любых вариантах развития детского сада он должен отвечать уровню современных требований и норм, а также подстраиваться под их изменение, и при этом оставаться комфортным местом пребывания ребенка.

Исходя из материала, рассмотренного в данной статье, можно сделать вывод о том, как должен выглядеть современный детский сад, а также как попытаться решить проблему, связанную с устареванием существующей базы детских садов в России.

Ключевые слова: детские сады, материальная база, физическое и моральное старение, реконструкция, зарубежный опыт, новый формат строительства

Одной из важнейших социальных проблем в России является несоответствие существующей сети зданий детских садов уровню современных требований. Общая перенасыщенность сети, недостаток мест в детских дошкольных учреждениях, неравномерность их размещения в городской структуре с одной стороны, и значительное моральное старение существующих зданий с другой стороны. По официальным данным Минздравсоцразвития, более одного миллиона семей не могут устроить своих детей в детские дошкольные учреждения из-за нехватки мест. [1] При этом значительная часть детских садов представляют собой либо приспособленные объекты, либо здания, построенные по устаревшим типовым проектам разных периодов разработки.

За прошедший период нормативные документы по строительству детских садов изменялись не один раз. Первые нормативные документы по проектированию детских дошкольных учреждений были разработаны в 1962 году СНиП II-Л. 3-62 «Детские ясли-сады. Нормы проектирования» [2]. Но уже построенные детские сады не могли соответствовать изменяющимся требованиям, что влияло на качество детских садов в нашей стране. Многие из построенных детских садов по старым нормативным документам продолжают функционировать без какой либо реконструкции и модернизации, что отражается как на развитие ребенка, так и на и на его здоровье, ведь из за переполненности садов дети постоянно болеют.

Демографическая ситуация в стране это величина не постоянная, она меняется в силу экономических и социально-политических изменений в стране и вновь стоит проблема нехватки детских дошкольных учреждений в нашей стране.

Во многом на это повлияло то, что в России в середине девяностых- начале двухтысячных годов на фоне спада рождаемости основной тенденцией было перепрофилирование зданий детских садов в офисные и другие общественные здания , но никак не улучшение качества и облика существующего детского сада. Связано это было с тем, что детские сады имели хорошие условия для перепрофилирования – высокие потолки от 2,5–4 м., как правило, хорошее место расположение и транспортная развязка, наличие собственного достаточно большого земельного участка [3]. Конструктивные особенности позволяли делать любую перепланировку, а на фоне спада рождаемости и низкой потребности в детских дошкольных учреждениях данная тенденция набирала обороты и множество детских садов были закрыты.

Сейчас в России, чтобы как-то попытаться сократить проблему нехватки детских дошкольных учреждений, стремятся уменьшать объемы групповых помещений в существующих детских садах и в тех же площадях размещать большее количество детей, тем самым сокращая необходимость строительства новых детских садов. В зарубежном же опыте пытаются уменьшать площади только подсобных помещений и увеличивать площади непосредственно для детей.

В настоящее время не разработаны общие методические рекомендации по решению озвученной проблемы, каждый город или даже микрорайон пытается решать проблему своими силами. Развивается сеть семейных и частных детских

садов, групп кратковременного пребывания при учреждениях дополнительного образования и так далее. Но решение данной проблемы должно быть комплексным с привлечением государства, инвесторов и родителей. На государственном уровне должны быть разработаны такие новые нормативы по проектированию и реконструкции детских садов, которые были бы гибкими и подстраивались под изменяющуюся демографическую ситуацию, и были направлены на создание комфортных условий для ребенка при любом изменении демографии. Архитекторы и проектировщики должны создавать такую архитектуру детских садов, которая могла бы влиять на развитие и восприятие мира ребенком, а также привлекала бы инвесторов и родителей своим новаторством.

Реконструкция детских садов это, несомненно, важная часть решения проблемы морального старения детских учреждений, но проблемы перенасыщенности она никак не коснется, поэтому ставится вопрос о строительстве новых детских садов. Следует переосмыслить опыт строительства в данной области и выйти на новый формат строительства детских садов в нашей стране, переосмыслить и применить прогрессивный опыт Запада в этой области.

Основными тенденциями развития детских садов на западе являются:

– большие пространства, которые можно трансформировать;
– максимальное остекление;
– экологичная архитектура;
– максимальное использование цвета и фактур;
– использование различных на ощупь материалов;
– развивающая архитектура;
– энергосберегающее строительство.

Актуальным сейчас будет создание детского сада как многофункционального центра для детей. Это связано с тем, что сейчас на родителей падает большая нагрузка с тем, что детей приходится отдавать в дополнительные кружки и секции, которые находятся в разных местах, так как детский сад на сегодняшний день не может дать необходимого разностороннего развития для ребенка. Интерьер и архитектура такого центра должны также помогать ребенку в развитии. За рубежом данный опыт хорошо используется.

В Гонконге недавно был открыт новый учебный центр «Spring» для детей дошкольного возраста (аналог детского сада). Его дизайн разработан студией Joey Ho Design [4]. Оформители «отошли» от привычных представлений того, как должно выглядеть учебное место для детей. Там нет огромного количества изображений мультяшных героев и стен, раскрашенных во все цвета радуги. Палитра помещений достаточно сдержанная. Доминируют белые, светло-зеленые, голубые оттенки. Данный центр скорее напоминает уменьшенную копию учебного заведения для взрослых. Цель такого интерьера: удовлетворить как физические, так и психологические потребности ребенка, которые в последствие будут способствовать его развитию. Мебель рассчитана на совместное использование ее детьми и взрослыми (рис.1).

И это один из немногих зарубежных опытов создания альтернативного детского сада. Детские сады в Европе все в большей степени создаются с целью

разностороннего развития ребенка, на которое архитектура и дизайн самого дошкольного помещения играют важную роль в развитии ребенка.



Рис. 1. Учебный центр «Spring»

Одним из примеров экологичного детского сада является новый детский сад в итальянском городе Гвасталла (Guastalla) [5].

Детский сад площадью 1400 кв. м предназначен для 120 малышей. Натуральные материалы, спокойная цветовая гамма позволяют деткам с комфортом исследовать окружающий мир (рис. 2).



Рис. 2. Экологичный детский сад в городе Гвасталла (Guastalla)

Детский сад построен согласно всем экологическим стандартам. В здании эффективно функционирует естественная вентиляция. Солнечные батареи, установленные на крыше детского сада, обеспечивают до 40 процентов потребляемой энергии. Система сбора дождевой воды позволяет орошать собранными осадками прилегающий зеленый садик.

Создаются детские сады, ориентированные на близость ребенка к природе. Например, детский сад «Farming Kindergarten» в городе Хошимин (Вьетнам) с зелеными газонами и грядками на крыше [6]. Он рассчитан на 500 детей, родители которых работают на соседней обувной фабрике.

Поверхность крыши покрыта газоном с небольшими грядками, где для детей проводятся специальные занятия. Там малышам рассказывают о важности выращивания овощей и фруктов, а также прививают любовь к природе (рис. 3).

По всему периметру сада установлено большое количество окон. Они предусматривают оптимальное естественное освещение помещений и их перекрестную вентиляцию. Такое решение позволило отказаться от использования

кондиционерных установок, несмотря на то, что постройка расположена в условиях тропического климата.



Рис. 3. Детский сад «Farming Kindergarten» в городе Хошимин

Современные методики воспитания подразумевают большое количество игры, познание мира через игру. Интерьеры детских садов должны быть максимально гибкими и приспособленными для трансформации. Само здание должно быть насыщено деталями, передающими ребенку познавательную информацию.

Идея создания трансформируемых или гибких пространств это отличное решение для нестабильной демографической ситуации в России. Часть площадей, которые используются как помещения самого детского садика, могут в другое время использоваться как помещения под дополнительные обучение и секции.

Не обязательно искать дополнительные площади под строительство, можно использовать первые этажи жилых домов, которые не востребованы под жилье. Такое строительство решит проблему транспортной доступности для родителей и нехватки места под строительство для многих городов.

Пример расположения детского сада на первом этаже жилого здания воплотили в Стокгольме (Швеция). [7]



Рис. 4. Детский сад в Стокгольме (Швеция)

Детский сад включает три помещения с яркими цветными акцентами и выразительной геометрией, призванной развивать креативное мышление и воображение (рис. 4). Разрывая стереотипы типичных планировок и цветовых решений, новое пространство захватывает и увлекает, создавая свой неповторимый мир творчества и игры. Каждый класс имеет три окна – два больших и

одно маленькое, а окна между помещениями создают визуальные связи и дают чувство единого пространства.

В помещениях детских садов очень важен микроклимат. Особое внимание должно отводиться качеству и количеству воздуха, предусматриваться большое количество естественного освещения. В существующих детских садах эти и другие немаловажные аспекты не учитываются.

Таким образом, на сегодняшний день, проблемы совершенствования существующей сети зданий дошкольных образовательных учреждений нуждаются в значительном преобразовании. Опираясь на зарубежный опыт, следует перейти на новый формат проектирования, строительства и реконструкции детских садов с формированием нового типа детских дошкольных учреждений с уникальным, интересным, комфортным местом пребывания ребенка, способствующего его всестороннему развитию. Для этого требуется комплексная работа с привлечением государства, инвесторов и родителей.

Список литературы

1. *Бачина М.А., Поляковская Е.И.* Взрослые проблемы детских садов [Электронный ресурс] // Радио свобода [сайт]. – Дата размещения: 02.07.2010. – URL: http://www.svoboda.org/content/article/2088890.html (дата обращения: 25.02.2016).
2. СНиП II-Л.3-71 Детские ясли-сады. Нормы проектирования. – URL: http://meganorm.ru/Data2/1/4293814/4293814389.pdf (дата обращения: 21.01.2016).
3. *Стрельцова Л.,* Перепрофилирование по-русски [Электронный ресурс] // Интерфакс-недвижимость [Сайт]. – Дата размещения: 28.01.2014. – URL: http://realty.interfax.ru/ru/analytics/comments/1706/ (дата обращения: 21.01.2016).
4. Современный обучающий центр для детей [Электронный ресурс] // Novate [Сайт]. – URL: http://www.novate.ru/blogs/190614/26734/ (дата обращения: 28.01.2016).
5. Волнообразный детский сад – познавательно и нескучно [Электронный ресурс] // Novate [Сайт]. – URL: http://www.novate.ru/blogs/171115/33787/ (дата обращения: 28.01.2016).
6. Ближе к природе: детский сад с газонами и грядками на крыше [Электронный ресурс] // Novate [Сайт]. – URL: http://www.novate.ru/blogs/121114/28584/ (дата обращения: 28.01.2016).
7. Sjotorget Kindergarten – креативный детский сад в Швеции [Электронный ресурс] // Novate [Сайт]. – URL: http://www.novate.ru/blogs/071013/24212/ (дата обращения: 28.01.2016).

Репина Л.А., магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Сравнение и выбор технологии строительства малоэтажного жилого дома. Критерии оценки и факторы, влияющие на них

Аннотация: В последнее время наблюдается устойчивое увеличение спроса на загородную недвижимость. Все больше людей заинтересованно в приобретение собственного жилья в коттеджном поселке – в удалении от шума и суеты городов. Выбор проекта индивидуального жилого дома заключается не только в выборе его объемно-планировочного решения, но и выборе строительной технологии и строительных материалов. Возникает вопрос – из чего и как строить?

Ключевые слова: малоэтажный жилой дом, коттедж, строительные системы, технологии строительства, оценка и выбор

Выбор проекта индивидуального жилого дома заключается не только в выборе его объемно-планировочного решения, но и выборе строительной технологии и строительных материалов. Возникает вопрос – из чего и как строить?

В последнее время наблюдается устойчивое увеличение спроса на загородную недвижимость. Все больше людей заинтересованно в приобретение собственного жилья в коттеджном поселке – в удалении от шума и суеты городов. Покупатель может выбрать приобрести готовое строение или построить собственный дом самостоятельно.

Выбор проекта индивидуального жилого дома заключается не только в выборе его объемно-планировочного решения, но и выборе строительной технологии и строительных материалов. Возникает вопрос – из чего и как строить?

Сегодняшний рынок строительных материалов и строительных технологий велик и многообразен. Даже опытному застройщику непросто в нем сориентироваться. А разобраться важно, строительство жилого дома это не тот случай, когда можно легко изменить принятое решение. Возведение индивидуального жилого дома процесс дорогой и трудозатратный, грамотное принятое решение позволит избежать ошибок и лишних расходов. Далеко не каждый может позволить себе экспериментировать в этом вопросе, поэтому важно избежать ошибок еще на стадии выбора проектного решения и строительных материалов. Необходимо проанализировать различные технологии строительства и остановиться на подходящем именно вам.

При выборе проектного решения индивидуального жилого дома необходимо в первую очередь определиться со строительной системой. Под строительной системой понимают комплексную характеристику конструктивного решения по материалам и несущим конструкциям. Для малоэтажного жилого дома это в первую очередь несущие стены, так как фундамент перекрытия перегородки и крыша во многом зависят от материалов и конструкции стен.

Выбор строительной системы обуславливается рядом параметрами. Их можно разделить на таки группы как физические параметры, стоимостные, технологические, эксплуатационные.

Под физическими параметрами понимаются физические характеристики материалов стен, теплоизоляционные и шумоизоляционные свойства, несущая способность и собственный вес. От теплоизоляционных шумоизоляционных свойств зависит состав и толщина стен, а несущая способность и собственный вес показывают, какую наибольшую нагрузку может принять на себя конструкция от вышележащих элементов строительной системы и какой собственный вес передаст на фундамент.

Под стоимостными параметрами понимается затраты на строительство – стоимость материалов и стоимость работ по возведению стен.

Технологические параметры включают в себя требования к условия строительства, их сроки. Некоторые строительные процессы сильно зависят от погодных условий. Так строительство в зимнее время может привести к серьезному удорожанию.

К эксплуатационным параметрам относятся такие характеристики как долговечность, пожарная безопасность, ремонтопригодность и стоимость эксплуатации.

Стоит учесть, что решающим фактором при выборе проектного решения будут расставленные приоритеты и личные пожелания самого заказчика строительства.

Для проведения сравнительного анализа технологий малоэтажного строительства рассмотрим наиболее распространенные конструкции стен. Без сомнений самой популярной технологией строительства будет каменная кладка. Под камнем здесь будет подразумеваться как керамический или силикатный кирпич, так и пенобетонные и газобетонные блоки. Такая технология называется традиционной. Ручная кладка из мелкоштучных элементов долго время считалась основной, но и сейчас не теряет лидирующих позиций.

Кирпич – самый дорогой и престижный строительный материал. Дома из кирпича стоят сотни лет, и просторный кирпичный дом без сомнения станет вашим фамильным поместьем.

Способность сохранять тепло в доме – главное преимущество кирпича, и, конечно, нельзя забывать о таком важном качестве кирпича, как его долговечность. Он является одним из самых крепких и надежных строительных материалов, если, однако, при его изготовлении соблюдались все установленные нормы.

Кроме теплосбережения и долговечности, строительство домов из кирпича имеет и другие положительные стороны. Кирпич соответствует нормам пожаробезопасности, так как он не горит. В кирпиче не возникают процессы гниения, он не может быть испорчен какими-либо вредителями, атмосферные осадки и солнечные лучи на него не влияют. Но кирпич не лишен недостатков, например, низкая теплотехнические показатели, значительный вес.

Одним из ниаболее массовых стеновых материалов, используемых в настоящее время для наружных ограждений, является газоблок. Кладка из газоблока с тонким швом из бетона марок по плотности D500 и ниже обладает теплопроводностью до 0,15 Вт/(м·°С), что позволяет получить достаточное сопротивление теплопередаче при разумной толщине конструкции. Однослойная

кладка толщиной до полуметра позволяет соблюдать требования тепловой защиты наружных ограждений жилых зданий практически во всех регионах России.

Здания, возведенные из газобетонных блоков, обладают уникальным набором потребительских свойств: комфортные условия проживания; отличные теплоаккумулирующие свойства, исключающие резкие температурные колебания зимой и летом; звукоизоляция; морозостойкость; экологичность; экономичность. Также газобетон является высокотехнологичным материалом: он обеспечивает высокую скорость строительства благодаря практически идеальной геометрии и большим размерам. Блоки, перегородки, а также армированные изделия позволяют быстро возводить не только однородные стены, но и целые дома. Материал долговечен – не горит, не ржавеет, не гниет, не боится плесени, не подвержен воздействию грызунов и насекомых. [1]

Не менее древней и традиционной для нашей страны является технология возведения стен из деревянного бруса. Основой современной технологии строительства деревянных домов, как и прежде, остаётся сосновое или еловое бревно. Хвойные породы являются самыми подходящими для производства деревянных домов благодаря своему прямому строению и хорошей воздухопроницаемости. Но для того, чтобы положить его в сруб дома, отвечающего требованиям сегодняшнего заказчика, оно должно несколько видоизмениться. Сегодня строят дома из самого современного материала – профилированного клееного бруса.

Клееный брус обладает целым рядом преимуществ перед обычным «монолитным» брусом. Во-первых, высокое качество и прочность клееного бруса конструкции из клееной древесины на 50–70 % прочнее цельных. Во-вторых, профилированный клееный брус позволяет легко производить монтаж домов без дополнительной подгонки и зарубки на строительной площадке, что значительно экономит время и средства. В-третьих, технология изготовление позволяет избежать появления трещин, деформаций брус, а также усадки будущего здания. Кроме того еще на производстве древесина обрабатывается различными антипиренами и антисептиками, что позволяет значительно увеличить срок службы. Теплозащитные свойства стены из клееного бруса толщиной 200 мм совпадают со свойствами кирпичной кладки толщиной в 640 мм. У клееного бруса низкий коэффициент теплопроводности – поскольку в структуре нет трещин, сопротивление теплопередаче у него вдвое выше, чем у массивной древесины. И не менее важный фактор – внешняя привлекательность. Благодаря покрытию защитным составом стена из клееного бруса не нуждается в дополнительной отделке.

Также стена из клееного бруса может является главным украшением интерьера и внешнего вида здания. А разнообразие клееного бруса позволяет строить из него дома в любых стилях – от традиционных до ультрасовременных. [2]

Еще одним примером бескаркасной строительной системы является возведение стен в несъемной опалубке. Опалубка – это временная форма для бетона, которая возводиться непосредственно на месте строительства. После засты-

вания формы опалубка демонтируется. Несъемная опалубка отличается от обычной тем, что ее не надо снимать, она остается на конструкции после заливки.

Несъёмная опалубка – это набор комплектующих, которые в сборе представляют собой единую опалубочную конструкцию. Различают несколько типов несъемной опалубки в зависимости от материала из которого она изготовлена. Рассмотрим подробнее облицовочную несъемную опалубку «Техноблок». Стандартная несъемная опалубка техноблок представляет собой две облицовочные пластины, выполненные из декоративного бетона. Декоративный бетон может иметь разные расцветки и фактуры. К наружной пластине крепится лист эффективного утеплителя, толщина которого зависит от требований, предъявляемых к теплотехническим характеристикам здания. Техноблок комплектуется жёсткими пластиковыми полистирольными стяжками, для того, чтобы форма его не нарушалась при сборке опалубки и бетонировании. В конструкцию входит также металлические крюки, сделанные в виде буквы Г для сцепления со стяжкой. Между пластинами остаётся внутреннее свободное пространство для последующей заливки его бетонным раствором. После заливки и затвердевания бетона образуется прочная несущая конструкция. [3]

По каркасной технологии строились и продолжают возводиться не только частные дома, но и трёх- четырёхэтажные большие многофункциональные здания. Стены каркасного дома также называют «сэндвич-панелями». Специфическое название «сэндвич» объясняется слоистым строением материала. В зависимости от функционального назначения панелей, материалы могут существенно отличаться. Основу сэндвич-панелей составляет сердечник из высокоэффективных теплоизолирующих материалов (минераловатный либо пенополистирольный утеплитель). Толщина этого слоя варьируется в зависимости от назначения и климатических условий, в которых будет эксплуатироваться изделие. Теплоизолирующая масса защищена с обеих сторон облицовочными слоями (профилированным оцинкованным или окрашенным стальным листом либо ОСП), создающими, помимо прочего дополнительную конструкционную жесткость. Рассмотрим такую разновидность каркасной системы, где несущие стойки деревянный брус, обшитый сэндвич-панелью ЦСП + минеральная вата + ГКЛ. Данная технология чаще остальных применяется именно для малоэтажного жилого строительства и нашла свое широкое применение в странах со схожим с Россией климатом.

Для проведения сравнения выше перечисленных технологий примем объект с одинаковыми исходными данными и требованиями к результату. Рассмотрим проекты индивидуального жилого дома одинаковой планировки и высотой этажа, расположенный в Удмуртской республике, с фасадной отделкой под покраску и внутренней чистовой отделкой. За единицу измерения принят 1 метр квадратной наружной стены. По результатам расчета, проведенного согласно СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий» были приняты следующие составы анализируемых стен:

– Кирпич: внутренняя штукатурка – 20 мм; кирпичная кладка (кирпич М-100) – 250 мм; утепление минеральной ватой – 120 мм; наружная штукатурка (мокрый фасад) – 30мм.

– Газоблок: внутренняя штукатурка – 20 мм; газоблок (D600) – 300 мм; утепление минватой – 60 мм; наружная штукатурка (мокрый фасад) – 30мм.

– Несъемная опалубка (Техноблок-комби): монолитный керамзитобетон (В7.5) – 150 мм; пенополитирол ПСБ-С-25Ф – 120 мм; облицовочная плита из вибролитого бетона – 30мм.

– Клееный брус: обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ – 25 мм; брус – 200 мм; утепление минватой – 50 мм; обрешётка – 44 мм; ЦСП – 16 мм.

– Деревянный каркас: обшивка с внутренней стороны ГКЛ+ГВЛ – 25 мм; деревянный каркас – 100мм, с заполнением минватой – 100 мм; ЦСП – 16 мм.

Таблица. **Сравнительная оценка технологий строительства**

Технология / Параметры	**Кирпич**	**Газоблок**	**«Техноблок»**	**Клееный брус**	**Деревянный каркас**
Физические параметры					
Теплоизоляция	1	1	1	2	2
Шумоизоляция	2	2	2	2	2
Несущая способность	2	-1	2	0	1
Собственный вес	-2	2	-2	2	2
Сумма баллов	3	4	5	6	7
Стоимостные параметры					
Стоимость материа-лов	-1	0	0	1	1
Стоимость работ	-1	-1	0	1	1
Сумма баллов	-2	-1	0	2	2
Технологические параметры					
Сезонность строи-тельства	-2	-2	-2	2	2
Продолжительность строительства	-2	-2	-1	2	2
Сумма баллов	-4	-4	-3	4	4
Эксплуатационные параметры					
Долговечность	2	1	2	-2	-2
Пожаробезопасность	2	2	2	0	0
Ремонтопригодность	-2	-2	-2	1	1
Стоимость эксплуа-тации	-1	0	1	-1	1
Сумма баллов	1	1	3	-2	0
Общая сумма баллов	**-2**	**0**	**5**	**10**	**13**

Согласно проведенным расчетам и экспертным опросам была составлена сводная таблица. Технологии были оценены по пятибалльной шкале. Баллам приписаны следующие смысловые значения: -2 – плохо, -1– удовлетворительно, 0 – средне, 1 – хорошо, 2 – очень хорошо.

Полученные результаты показывают явное превосходство технологий с применением деревянных материалов, «каменные» стены сильно отстают от них. Однако не стоить принимать эти оценки за единственно верные, они расставлены опираясь исключительно на теоретические данные. Реальные результаты будут отличаться в зависимости от таких субъективных факторов, как весомости показателей, расставленные самим заказчиком строительства. Все зависит от того, желает ли будущий хозяин дома видеть свой дом теплым и прочным, долговечными безопасным, или он желает построить его быстро и не дорого.

Список литературы

1. *Ватин Н.И., Синельников А.С., Малышева А.В., Немова Д.В.* Из чего лучше стоить дом? Сравнительный анализ технологий строительства [Электронный ресурс] // ЗАО «НПО «ИМЕКС» [Сайт]. – URL: http://imeks-lstk.ru/services/privatePerson/stati/compare_technology (дата обращения: 17.12.2015).
2. *Петрухин А.Б., Острякова Ю.Е., Щербакова Н.А., Тимофеева Е.Е.* Процессы строительства малоэтажного жилья: современный аспект : монография // Иваново : ЛИСТОС, 2014. – 216 с.
3. Облицовочная несъёмная опалубка «Техноблок» [Электронный ресурс] // Завод Техноблок [Сайт]. – Дата размещения: 18.04.2013. – URL: http://zavodtehnoblok.ru/category/technology_basis/ (дата обращения: 15.12.2015).
4. *Лапин Ю.Н.* Сравнительная оценка некоторых домостроительных систем для малоэтажной застройки [Электронный ресурс] // Совет при Президенте по модернизации экономики и инновационному развитию России [Сайт]. – Дата размещения: 16.02.2013. – URL: http://i-russia.ru/all/analytics/3251/ (дата обращения: 17.12.2015).
5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Дата введения: 01.07.2013. –М.: Минрегион России, 2012.
6. СТО 00044807-001-2006 Теплозащитные свойства ограждающих конструкций зданий. – М.: Российское общество инженеров строительства, 2006.
7. ГОСТ 530-2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. – Дата введения: 01.07.2013. – М.: Стандартинформ, 2012.
8. ГОСТ 25820-2000 Бетоны легкие. Технические условия. – Дата введения: 01.09.2001. – М.: Стандартинформ, 2008.
9. ГОСТ 33124-2014 Брус многослойный клееный из шпона. Технические условия. – Дата введения: 01.07.2015. – М.: Стандартинформ, 2015.

Репина Л.А., магистрант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Технологии каркасного домостроения – «национальная» классификация

Аннотация. История каркасного домостроения довольно богата и интересна и насчитывает множество столетий. Корни ее уходят в Европу, где в скандинавских странах активно строились фахверковые дома – первые каркасные дома, известные истории.

Согласно «национальной» классификации выделяют канадскую, американскую, скандинавскую или финскую и немецкую технологии каркасно-панельного домостроения. Именно в Канаде и Германии разработаны основы технологии, и уже на протяжении нескольких десятилетий в этих странах успешно возводят и эксплуатируют каркасно-панельные здания. У каждой из технологий свои нюансы.

Последнее время на рынке России наблюдается повышенный интерес к этому типу домостроения.

Ключевые слова: малоэтажный жилой дом, каркасное домостроение, канадская технология, американская технология, SIP-панель, немецкая технология

Родословная каркасного домостроения довольно богата и интересна и насчитывает множество столетий. Корни ее уходят в Европу, где в скандинавских странах активно строились фахверковые дома – первые каркасные дома, известные истории. Возникли они в связи со стремлением найти замену массивно-брусовым и кирпичным домам, так как наблюдался дефицит леса и качественного кирпича. В основе такого фахверкового дома – деревянный каркас, состоящий из системы ригелей, стоек, раскосов. Данные элементы выполняли как несущую функцию, так и декоративную – придавали домам индивидуальность и большую выразительность. Роль утеплителя при этом могла выполнять солома, известь, кирпич и др. Такая технология оказалась очень эффективной, так как позволяла строить качественно, быстро и, соответственно, много. При необходимости утеплитель заменяли, что увеличивало срок службы таких домов до нескольких столетий.

Дальнейшее активное развитие технология получила в Канаде и США с потоком эмигрантов после Второй мировой войны. Необходимость обеспечить качественным жильем большое количество населения в рекордно – быстрые сроки позволяла только каркасная технология. Так наработки средневековых строителей получили свое продолжение на другом континенте. Правда, сама технология претерпела существенные изменения – несущая, изолирующая и ограждающие функции были распределены между различными материалами. Так технология стала похожа на сегодняшнее воплощение каркасной технологии. Сегодня в пригородах Америки и Канады можно встретить множество домов, простоявших уже не одно столетие. [1]

Последнее время на рынке России наблюдается повышенный интерес к этому типу домостроения.

Согласно «национальной» классификации выделяют канадскую, американскую, скандинавскую или финскую и немецкую технологии каркасно-панельного домостроения. Именно в Канаде и Германии разработаны основы технологии, и уже на протяжении нескольких десятилетий в этих странах успешно возводят и эксплуатируют каркасно-панельные здания. У каждой из технологий свои нюансы.

Особенностью канадского варианта (его ещё можно назвать каркасно-рамочным) является то, что все заготовки для дома: стеновые каркасы, деревянные балки, стропильные фермы и т. д. (их производят в заводских условиях) поступают на стройплощадку в виде отдельных деталей строительного конструктора. При этом основа здания – каркас, как правило, обшит листами OSB только с наружной стороны либо не обшит вообще. Скандинавская или финская технология мало отличается от канадской.

В последнее время в России всё активнее заявляет о себе ещё одна каркасно-панельная технология, которую часто называют канадской – SIP-технология. Однако никакого отношения к Канаде она не имеет. Правильнее было бы называть её американской, поскольку первые структурные теплоизолированные SIP-панели были произведены в США.

Комплект дома, возводимого по немецкой технологии (панельно-каркасной) изготавливают на заводе, на участок застройщика элементы конструкции приходят в виде готовых (закрытых) панелей. Полная заводская готовность всех элементов, включая фасадную отделку и инсталляцию каналов для инженерных сетей, строгое соблюдение технологии производства и применение только материалов самого высокого качества гарантируют высочайшие эксплуатационные характеристики готового коттеджа.

Канадский каркасный дом

Канадский дом доставляют на стройплощадку в виде отдельных элементов. Основа «конструктора» – каркас (от фр. *carcasse* – костяк, скелет), состоящий из балок, брусьев и ферм. Для их изготовления применяют качественный пиломатериал хвойных пород. Для заполнения каркаса используют различные материалы. Снаружи чаще всего его обшивают ориентированно-стружечными влагостойкими плитами OSB толщиной 12 мм. Некоторые производители обшивают каркас 12-миллиметровыми цементно-стружечными плитами либо с наружной стороны – OSB, а с внутренней – мягкими древесными плитами толщиной 100 мм.

Чтобы обеспечить необходимые теплоизоляционные характеристики, внутрь каркаса закладывают плиты утеплителя. Обычно используют базальтовую вату (общая толщина слоя – 150–200 мм).

С внутренней стороны каркаса её закрывают пароизоляционной плёнкой, с внешней – ветрогидрозащитной. «Пирог» стены изнутри завершают листы гипсокартона, служащего основой под финишную отделку, снаружи – разнообразные отделочные материалы: блокхаус, вагонка, сайдинг, штукатурка.

Согласно канадским строительным нормам не допускают установку каркаса и его единовременную обшивку. Жизнеспособность технологии открытых

панелей объясняется очень строгими правилами приёмки дома канадской государственной инспекцией, проверяющей объект дважды: на этапе сборки всех элементов панели, за исключением внутренней обшивки, и на стадии сдачи коттеджа.

Кроме каркаса в набор дома-конструктора входят балки (параллельнопоясные фермы) перекрытий. Для их изготовления используют те же материалы, что и для каркаса, однако габариты балок могут отличаться от стеновых элементов в сторону увеличения. Длина безопорных балок при необходимости может достигать 12 м. Третья составляющая каркасного здания – стропильные системы, разработанные с учётом ветровых и снеговых нагрузок, особенностей кровельных покрытий и т. д. Их конструкция может быть собрана из готовых плоско-параллельных, треугольных или W-образных ферм.

Последовательность работ на стройплощадке при возведении канадского каркасного дома выглядит следующим образом. На готовый фундамент (малозаглублённый ленточный, плитный или свайно-винтовой) укладывают балки пола и делают настил из плит OSB. На настил крепят каркас стен первого этажа, внутренних перегородок, затем выполняют верхнюю обвязку, на которой монтируют межэтажное перекрытие. Далее устанавливают каркас стен второго этажа, стропильную систему и производят кровельные работы. После этого переходят к заполнению каркаса. Без отделки и проведения инженерных коммуникаций строительство дома (площадью 150–200 м^2) по канадской технологии занимает 2–3 недели. С учётом финишной отделки и монтажа инженерных коммуникаций – 2–3 месяца. К достоинствам технологии относятся: возможность получения сравнительно недорогого жилья за один строительный сезон; высокие тепло- и энергосберегающие характеристики здания. Стена «каркасника» с минераловатным утеплителем плотностью 35 кг/м^3 и толщиной 200 мм эквивалентна метровой кладке из полнотелого кирпича. В-третьих, особенности технологии позволяют возводить дома любой, даже геометрически сложной конфигурации. В-четвёртых, такие строения, выполненные по всем правилам из высушенной древесины, в отличие от большинства традиционных деревянных, не подвержены усадке. [2]

Отличительной особенностью финской или скандинавской технологии можно назвать раздельную сборку стеновых панелей. Каркас стены в этом случае собирается в горизонтальном положении, обтягивается пароизащитной изоляцией и закрывается наружным ветроизоляционным щитом. Только после этого стена поднимается и устанавливается на место. Затем с внутренней стороны крепится утеплитель, и только потом зашивается внутренняя сторона стены. [3]

Дом по американской технологии – SIP панели

Основа данной технологии – структурные теплоизолированные SIP-панели. В русском переводе SIP-панель – это «конструкционная теплоизоляционная панель». Говоря попросту, это комбинация склеенных между собой плит OSB и пенополистирола (ПСБ-С25). Ни один из этих материалов не обладает несущей способностью, однако, объединённые в монолитную сандвич-конструкцию (OSB/ПСБ/OSB), они образуют новый материал с уникальными

характеристиками. В процессе склеивания плиты OSB теряют начальный прогиб и благодаря пенополистиролу работают под действием поперечной нагрузки совместно: одна плита сжимается, другая растягивается. При осевом сжатии и сдвиге пенополистирол удерживает плиты от прогиба.

Поговорим об особенностях строительства. Стены такого здания достаточно легки (1 м^2 весит около 15–20 кг), поэтому его возводят на облегчённом фундаменте. К основанию (обвязочному брусу или перекрытию) прибивают направляющую доску по периметру будущих стен. Затем по уровню монтируют угловые панели. Крепят модули с помощью деревянных брусков по принципу «шип – паз». Как правило, производитель предлагает комплект дома, все элементы которого изготовлены из SIP-панелей. Перекрытия и крышу собирают из материала толщиной 224 мм, наружные стены – 174 мм, внутренние – 124 мм. Это наиболее дорогая комплектация. Однако многие специалисты полагают, что использовать данные панели для перекрытий и кровли нецелесообразно. Дешевле и проще будет выполнить их традиционным способом.

А теперь рассмотрим положительные и отрицательные моменты технологии. К первым относятся: высокая энергоэффективность здания, использование паронепроницаемого утеплителя, идеально ровные стены. Модульность конструкции позволяет возвести дом из SIP-панелей бригадой из 2–3 человек за 3–4 недели.

Говоря о недостатках, прежде всего стоит разобраться с мифами. Например: «Процесс сборки здания из SIP-панелей довольно чистый. Минимум вреда ландшафту и экологии». Может быть, но лишь в том случае, если дом возводят из панелей, изготовленных под ваш проект. А если строительство идёт из панелей, которые режут и подгоняют на стройплощадке? Всё усыпано шариками пенопласта, и убрать их с травы, деревьев, крыши и т. п. практически невозможно.

Дом по немецкой каркасной технологии

В отличие от канадской технологии, где большую роль играет человеческий фактор, для немецкого каркасно-панельного дома все детали полностью изготавливают на заводе. Использование автоматической линии позволяет минимизировать ручной труд и добиться высокого качества сборки. Все составляющие стеновых панелей плотно подгоняют друг к другу. Для их основы – деревянного рамочного каркаса применяют не высушенный строганый пиломатериал, как в канадской технологии, а клеёный брус. С двух сторон панель строители обшивают 12-миллиметровыми плитами OSB. внутри прокладывают минераловатный утеплитель толщиной 200 мм. С внутренней стороны OSB закрывают пароизоляционной плёнкой, а затем крепят листы гипсокартона.

Наружная часть «пирога» может несколько отличаться у разных фирм. Зачастую она выглядит следующим образом: пенополистирол, базовая штукатурка, армирующая сетка, финишная штукатурка. В стеновые панели в соответствии с проектом на заводе монтируют окна и двери, прокладывают кабельканалы под электроразводку. Также производители изготавливают панели межкомнатных перегородок, межэтажные перекрытия, кровельные панели.

После окончания сборки готовые изделия грузят панелевозы и доставляют на стройплощадку частями – ровно столько, сколько надо для одного рабочего дня. Несомненные достоинства – рекордные сроки сборки коробки дома – 2–3 дня, высокие теплоизоляционные характеристики строений, их прочность (такие здания выдерживают даже землетрясения в 10 баллов).

К недостаткам немецкой каркасно-панельной технологии следует отнести, во-первых, необходимость тяжёлой строительной техники, без которой поднять панели будет невозможно. А это, естественно, удорожает строительство. Во-вторых, ограниченность архитектурных решений. Панели не столь «гибки», как канадский каркас, и круглых или полукруглых стен получить не удастся. Из сложных геометрических форм доступен только эркер. [2]

Технологии каркасного строительства позволяют возвести как небольшой дачный домик, так и современный дом с различными архитектурными элементами. Все представленные технологии в своем грамотном исполнении способны удовлетворить любые требования заказчика.

Список литературы

1. История возникновения [Электронный ресурс] // Valdek. Дом с завода по немецкой технологии [Сайт]. – URL: http://valdek.ru/about-the-technology/history-of-origin/ (дата обращения: 20.02.2016).
2. Дом по каркасной технологии – канадской, немецкой и американской (СИП панели) [Электронный ресурс] // Своими руками – как сделать самому [Сайт]. – URL: http://kak-svoimi-rukami.com/2013/06/dom-po-karkasnoj-texnologii-kanadskoj-nemeckoj-i-amerikanskoj-sip-paneli/ (дата обращения: 18.03.2016).
3. Каркасные дома - канадская или финская технология? [Электронный ресурс] // DOMzaMKAD.ru [Сайт]. – URL: http://www.domzamkad.ru/articles/karkasnie-tehnologii.html (дата обращения: 26.03.2016).

Рузина Н.С., студент, e-mail: Nata.Ruzina@mail.ru;
Лушникова Е.С., студент, e-mail: lena-no95@mail.ru;
Гордина А.Ф., аспирант, e-mail: afspirit@rambler.ru;
Полянских И.С., к.т.н., доцент, e-mail: irina_maeva@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Оценка экономической эффективности внедрения гипсового композиционного материала

Аннотация. В работе представлены результаты расчета, подтверждающие экономическую эффективность внедрения разработанных гипсовых композиций, модифицированных металлургической пылью совместно с многослойными углеродными наноструктурами, при производстве перегородочных пазогребневых плит. При введении комплексного дисперсного модификатора достигается повышение физико-

механических показателей материала, а также увеличивается коэффициент размягчения. Полученный экономический эффект при введении добавок позволяет использовать гипс меньшей марки при производстве изделий с сохранением требуемых эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: гипсовые композиционные материалы, металлургическая пыль, углеродные нанотрубки, пазогребневые перегородочные панели

В настоящее время номенклатура изделий, применяемых для устройства внутренних перегородок в зданиях и сооружениях, обширна. Традиционно в этой области использовался керамический кирпич, который обладает высокими прочностными характеристиками и звукоизоляцией. Однако в настоящее время, с целью увеличения технологичности производства работ и облегчения конструкций, чаще применяются такие материалы, как пенобетон, гипсокартон, стекло и гипс. Пенобетонные, газосиликатные, шлакобетонные и другие виды блоков на основе легких бетонов требуют оштукатуривания с двух сторон и не отвечают требованиям по экологической безопасности [1].

Гипсовые перегородочные плиты характеризуются простотой и технологичностью производства работ, хорошими звуко- и теплоизолирующими свойствами, а также являются экологичными, декоративными и пожаростойкими [1, 2, 3]. Отдельно можно выделить шунгитовые пазогребневые плиты, обладающие уникальными свойствами поглощения различных видов излучения. Для их производства применяют углесодержащий материал – шунгит. Данный минерал вводится в структуру гипсовых пазогребневых плит, не увеличивая при этом их толщину и не изменяя другие технические характеристики.

Возведение межкомнатных перегородок из гипсовых пазогребневых плит осуществляется соединением паз – гребень, что позволяет существенно сократить сроки проведения монтажных работ, при этом выдерживая высокую точность размеров и создавая ровные плоскости межкомнатных стен. Пазогребневые плиты легко поддаются механической обработке, в связи с этим упрощаются работы по прокладке инженерных коммуникаций.

Перегородки из гипсовых пазогребневых плит позволяют оптимизировать внутреннее пространство и обеспечить гибкое планирование интерьера комнат вне зависимости от расположения несущих конструкций. Так, в зависимости от толщины и типа плиты, вес стены составляет от 50 до 150 кг/м^2, что значительно облегчает вес конструктивных элементов, обеспечив их нормальную работу без усиления [4].

Гипсовые пазогребневые плиты, в соответствии с ГОСТ 6428-83, используются в помещениях с сухим или нормальным температурно-влажностым режимом (влажность воздуха не превышает 75 %), изготавливаются из неводостойкого гипсового вяжущего, а в помещениях с влажным режимом – из водостойких гипсовых композиций.

Для изготовления пазогребневых плит используют следующие материалы: тонкоизмельченный строительный гипс марок Г4–Г7 , реже – Г10–Г16, получаемый при низкотемпературной обработке из природного гипсового камня, пластифицирующие добавки, такие как органические и минеральные волокна,

улучшающие эксплуатационные свойства гипса, и воду, с помощью которой полученная смесь затворяется и вымешивается. Данный строительный материал применим в помещениях только с нормальным влажностным режимом.

Ориентировочный расход сырья на 1 м^3 гипсового теста для получения пазогребневых плит представлен в табл. 1.

Таблица 1. **Затраты сырья на 1 м^3 пеногипса**

Материал	Расход, кг	Цена, руб/кг	Стоимость, руб
Гипс (Г-6 или Г-7)	894	6,5	5811
Вода	469	0,0121	5,7
Замедлитель	1,48	80	118,4
Пенообразователь	1,0	90	90
Итого			6025,1

Однако, в настоящее время для устройства перегородок в помещениях, где влажность воздуха превышает 75 %, применяют влагостойкие гипсовые плиты, включающие в состав гидрофобизирующие добавки на основе кремнийорганических олигомеров. Данные плиты незаменимы при установке перегородок в санузлах и кухнях, устройстве сантехнических кабин. В то же время гидрофобизаторы являются дорогостоящими модификаторами, введение которых в минеральное вяжущее приводит к значительному увеличению стоимости готовых изделий.

Традиционным способом повышения физико-механических характеристик гипсовых вяжущих является введение дисперсных минеральных добавок, которые способны формировать в структуре гипсовой матрицы труднорастворимые соединения на основе гидросиликатов кальция, которые повышают его водостойкость и снижают растворимость гипсового камня, а также способствуют ускорению реакции гидратации [2].

К настоящему времени накоплен большой опыт по использованию добавок различной природы для модификации свойств вяжущих веществ. Их введение позволяет контролировать структуру и свойства композиционных гипсовых материалов для улучшения их экономических, экологических и технических параметров [2, 5, 6, 7].

При этом традиционные составы композиций – это сложные многокомпонентные системы, включающие клинкерные вяжущие и пуццолановые компоненты высокой дисперсности (портландцемент, микрокремнезем, метакаолин), называемые гипсоцементно-пуццолановые вяжущие. Так, в исследованиях [8], сочетание активного кремнезема с наноструктурами позволяет повысить прочность изделия до 70–80 %, а также увеличить водостойкость с 0,4 до 0,85.

Исследования свойств и структуры гипсового камня при введении металлургической колошниковой пыли совместно с углеродными наноструктурами [9] показали эффективность данного модификатора, который приводит к повышению технических характеристик вяжущего: увеличивается предел прочности на сжатие и изгиб до 70,5 % и 138,3 % соответственно, а также рост коэффици-

ента размягчения составляет с 0,35 (контрольный состав) до 0,85 (модифицированный состав).

В работе рассматривается эффективность внедрения композиционного материала, полученного при введении в состав гипсового вяжущего комплексной добавки, включающей 0,2 % металлургической пыли и 0,005 % многослойных углеродных нанотрубок.

Разработанные гипсовые композиции с дисперсными модификаторами удовлетворяют требованиям, предъявляемым к пазогребневым плитам, согласно ГОСТ 6428-83, но при этом позволяют снизить пористость изделий, повысить их прочностные характеристики и водостойкость, благодаря чему увеличивается долговечность изделий. Известно, что основной характеристикой при формировании цены изделия является стоимость вяжущего, которую можно значительно снизить за счет использования гипса меньшей марки по прочности. Введение в состав строительного гипса комплексных добавок, включающих 0,2 % металлургической пыли и 0,005 % многослойных углеродных нанотрубок (МУНТ) в виде водной дисперсии позволяет повысить прочностные характеристики до требуемых параметров (табл. 2).

Таблица 2. **Затраты сырья на 1 м^3 модифицированной композиции**

Материал	Расход, кг	Цена, руб/кг	Стоимость, руб
Гипс (Г-4)	894	4,6	4112,4
Вода	469	0,0121	5,7
Замедлитель	1,48	80	118,4
Пенообразователь	1,0	90	90
Металлургическая пыль	178,8	0,2	35,8
МУНТ	2,235	520	1162,2
Итого			5524,5

Таким образом, за счет оптимизации состава и снижения затрат на гипсовое вяжущее экономический эффект от применения комплексной добавки составляет 500,6 руб. на 1 м^3 раствора. В то же время совместное применение комплекса дисперсных модификаторов позволяет использовать данные пазогребневые плиты не только в помещениях с нормальным температурно-влажностным режимом, но и в помещениях с повышенной влажностью, поскольку коэффициент размягчения композиции соответствует 0,85.

Список литературы

1. *Наназашвили И.Х.* Строительные материалы, изделия и конструкции // Справочник. – М.: Высшая школа, 1990. – 495 с.
2. *Ферронская А.В.* Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) : Справочник. – М.: Издательство АСВ, 2004. – 488 с.
3. *Ферронская А.В.* Развитие теории и практики в области гипсовых вяжущих веществ // Строительные материалы. – 2000. – №2. – С. 26.

4. *Коровяков В.Ф.* Гипсобетон и его применение в строительстве // Сборник научных трудов (к 50-летию института). – М.: ГУП «НИИМОССТРОЙ», 2006. – 149 с.
5. *Коровяков В.Ф.* Современные достижения в области создания водостойких гипсовых вяжущих // Сборник научных трудов (к 50-летию института). – М.: ГУП «НИИМОССТРОЙ», 2006. – 149 с.
6. *Волженский А.В.* Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат 1986. – 464 с.
7. *Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р.* Научные, экспериментальные, технико-экономические и технологические предпосылки управления структурой и свойствами наполненных искусственных строительных композиционных материалов // Градостроительство. – 2011. – № 3. – С. 73–79.
8. *Войтович Е.В.* Композиционное гипсовое вяжущее с применением наноструктурированного кремнеземного компонента и материалы на его основе // Дисс. на соиск. ученой ст. канд. техн. наук. – Белгород, 2012. – 175 с.
9. *Яковлев Г.И., Полянских И.С., Токарев Ю.В., Гордина А.Ф.* Оценка влияния ультрадисперсной пыли и углеродных наносистем на структуру и свойства гипсовых вяжущих // Интеллектуальные системы в производстве. – 2013. – № 1. – С. 185–188.

Рылова М.А., магистрант, e-mail: sacred07-94@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Направление реконструкции мостов

Аннотация. Статья посвящена актуальности реконструкции мостов, их роли в городской структуре. Изначально мосты, сооруженные для передвижения людей и транспорта, выполняли лишь коммуникационную функцию. Со временем, на некоторых из них, стали возникать дополнительные функциональные объекты, и такие мосты превратились в архитектурно-пространственные многофункциональные комплексы. С развитием и преобразованием транспортных коммуникаций мосты с такими комплексами стали пешеходными. Многофункциональный пешеходный мост – это новый безопасный тип сооружения транспортной инфраструктуры, соединяющий разрозненную городскую среду. В статье рассмотрен исторический зарубежный и отечественный опыт проектирования и строительства городских многофункциональных пешеходных мостов, отмечены недостатки, сложившиеся в результате их строительства. Выделены преимущества и развитие многофункциональных пешеходных мостов. Акцентировано внимание на поиске дальнейших путей реконструкции мостов, наполнения их функционального содержания.

Ключевые слова: многофункциональные мосты, пешеходные мосты, реконструкция, городская застройка, мостостроение

Крупные города и города-мегаполисы – это административные центры областного и регионального уровней, тесно взаимодействующие с ближайшими

областными населенными пунктами. Сосредоточение в таких городах мест массового приложения труда, а также центров культуры, научно-технического и общественного прогресса, развитой системы обслуживания, привлекает население ближайших пригородов и регионов. Обратной стороной этой тенденции стала перегрузка всех радиальных транспортных связей современного города и ближайшего пригорода в результате увеличения встречных потоков ежедневной трудовой миграции. Современная опыт показал, что для усовершенствования взаимосвязанного развития транспортных сетей крупного города и его области следует формировать в его центральной и периферийной частях взаимосвязанные системы надземных сооружений, совмещенных с перехватывающими парковками или просто парковками, представляющие собой многофункциональные пешеходные мосты.

Серьезное изменение масштабов городов и стремительное индустриальное развитие привели к изменению городской среды. Высокая потребность в территориях для городского развития диктует острую необходимость разработки новых приемов застройки. Все чаще пешеходные мосты играют одну из главных ролей, в модернизации городских территорий, идя навстречу требованиям современного общества.

Потребности горожан в различных формах коммуникативных процессов от пассивного отдыха до интерактивного участия в публичных процессах породили возникновение такого новейшего вида архитектурных сооружений, как многофункциональный пешеходный мост. Двуединая сущность этого сооружения как моста – налаживать «связи» в рекреационных городских системах, а как многофункционального объекта – формировать «узлы» в функциональных структурах города позволяет рассматривать его в качестве проводника и внедрения одних процессов в другие – отдыха в активность и наоборот, и тем самым участвовать в формировании городской среды.

Другой проблемой является растущая плотность городских территорий, вследствие чего происходит отсутствие полноценных рекреационных зон и пешеходных маршрутов. В итоге снижается качество городской среды. Необходимо искать новые модели урбанизации, в которых дальнейшая концентрация городских функций будет не уменьшать, а увеличивать комфорт проживания людей в городе. Это возможно, если многочисленные коммунальные и промышленные зоны города накрыть многоуровневыми пешеходными мостами-платформами, верхний слой которых представляет собой непрерывный ландшафт, свободный от уличного транспорта. Внутри моста-платформы располагаются все вспомогательные и сопутствующие пешеходному движению функции. Уровень земли остается за транспортом и сооружениями транспортной инфраструктуры.

Городской многофункциональный пешеходный мост на основе искусственной платформы представляет собой протяженную пешеходную крытую улицу над железными и автомобильными дорогами с многочисленными павильонами, кафе, ресторанами, деловыми центрами, гостиницами, выставочными залами, офисами, автостоянками, а также другими вспомогательными помещениями, расположенными внутри искусственной платформы. Выбор

объемно-планировочной схемы городского многофункционального пешеходного моста зависит от конкретной транспортно-градостроительной ситуации, с учетом объемов пешеходного движения и преобладающих направлений пешеходных потоков, устанавливаемых на основе натурных обследований, а также результатов прогноза динамики транспортных и пешеходных потоков, наземных и подземных остановочных пунктов городского транспорта [1].

Помещения на пешеходном мосту располагаются в несколько этажей, над железной дорогой или автомагистралью, по всей их ширине, на несущей платформе, опирающейся на опорные башни-входы. Опорные башни размещаются или вдоль дороги по обеим ее сторонам, или перпендикулярно по отношению к железнодорожному полотну, облегчая тем самым связь с платформами и выходами к основным остановочным пунктам городского наземного транспорта. Высота поднятия платформы над магистралью и ее ширина обеспечивают высотный габарит под ней не менее 5,25 м – для автодорог и 7,0 м – для железнодорожных путей [2].

Большинство современных мостов предназначено только для движения транспорта и пешеходов. Однако раньше, еще во времена средневековья, на переправах разворачивали торговлю, строили жилые дома, размещали некоторые производства, например, мельницы. В качестве примера можно рассмотреть мост через ров в средневековой крепости. Ширина моста позволяла в военное время пропускать по нему конницу и обозы, но в мирное время мост был не так сильно загружен. Тогда и появились первые временные лавки, торговые ряды, мастерские ремесленников [3]. Со временем мосты с дополнительными функциональными объектами превратились в архитектурно-пространственные многофункциональные комплексы. С развитием и преобразованием транспортных коммуникаций мосты с такими комплексами стали пешеходными. Такими мостами являются мост Понте Веккьо во Флоренции, Кремербрюкке в Эрфурте, Риальто в Венеции.

Главное преимущество многофункциональных мостов – экономичность. В наш век «победившего капитализма» и рыночной экономики в России, в центрах крупных и крупнейших городов экономия площадей необходима. Учитывая то, что уплотнение застройки центров городов неизбежно, здания-мосты являются одним из возможных путей решения данной проблемы.

Помимо этого стоит отметить еще один фактор – интенсивное использование моста как пешеходной улицы будет способствовать быстрой окупаемости близлежащих объектов торговли за счет большого потока людей [4].

Современный обширный зарубежный опыт проектирования и строительства многофункциональных пешеходных мостов свидетельствует, что они стали неотъемлемой частью урбанизированных рекреационных систем. Их наделяют функциями важных городских объектов. Своим обликом они завоевали право считаться знаковыми сооружениями. На их проектирование организуются международные конкурсы. Отечественный опыт также свидетельствует о большом внимании к ним. Однако опыт эксплуатации таких отечественных мостов, как мост Багратион в Москве, Ометьевский мост в Казани показывает, что богатый потенциал этих сооружений востребован недостаточно. Москов-

ский многофункциональный пешеходный мост наделен большими площадями для дополнительных функциональных процессов, но не имеет достаточного числа посетителей и большую часть суток малолюден. Казанский же мост, также наделенный дополнительными площадями, через который проходят большие потоки пешеходов, не обеспечивает своих посетителей комфортным обслуживанием, и они не задерживаются на мосту.

В источниках профессиональной информации широко освещены обширная практика проектирования и строительства таких мостов, их функциональное содержание, их роль в формировании архитектурного облика городской среды. Отсутствие в публикациях обобщения этого опыта, информации об особенностях функционального содержания этих мостов, о взаимосвязях коммуникационного и общественных процессов на них, об архитектурно-пространственной организации этих процессов свидетельствует о неизученности этих вопросов.

Важность разработки научно-обоснованных принципов архитектурно-пространственного формирования многофункциональных пешеходных мостов для реальной практики их проектирования, а особенно для обучения проектированию, делает актуальным исследование данной темы.

Список литературы

1. МГСН 1.03-02 Московские городские строительные нормы. Пешеходные переходы вне проезжей части улиц. Объекты мелкорозничной торговли и сервиса в пешеходных переходах. – М.: Госстрой России, 2003.
2. *Болдаков Е.В.* Мостовые переходы. – М.: Трансжелдориздат, 1939. – 398 с.
3. *Кудряшов Н.* Люди обживают мосты [Электронный ресурс] // Наука и жизнь [Сайт]. – URL: http://www.nkj.ru/archive/articles/10806 (дата обращения: 28.03.2016).
4. *Плотникова Н.И.* «Обитаемые» мосты. Роль и место в историческом формировании городского контекста [Электронный ресурс] // AMIT. Архитектура и современные информационные технологии. – 2009. – № 2 (7). – URL: http://www.marhi.ru/AMIT/2009/2kvart09/Plotnikova/AMIT_7_paper_Plotnikova2.pdf (дата обращения: 28.03.2016).

Сабрекова О.А., аспирант, e-mail: o.sabrekova@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т.Калашникова»

Творческое наследие архитекторов Камских заводов первой половины XIX века

Аннотация. Исследование посвящено творческому наследию архитекторов Камских заводов первой половины XIX века – С.Е. Дудину и В.Н. Петенкину. Здания и сооружения, запроектированные ими, по сей день формируют архитектурный облик

исторической среды Ижевска и Воткинска. В статье выделены и рассмотрены основные архитектурные произведения, характеризующие рассматриваемую эпоху. В статье проанализированы предпосылки, особенности и факторы, которые определили формирование стиля классицизм в архитектуре Камских заводов.

Ключевые слова: архитектор, архитектура Урала, город-завод, Ижевск, Воткинск, С.Е. Дудин, строительные конструкции

История развития инженерных знаний в области строительства и архитектуры является одной из главных частей материальной культуры, поскольку строительная деятельность пронизывает всю историю человечества.

Со второй половины XX века научные исследования были ориентированы в основном на историю архитектуры, что привело к искусственному отрыву архитектуры и строительной техники. Между тем, оба направления исследований должны составлять единое целое, так как без определенного развития строительной техники любая архитектурная форма не может быть осуществлена. Таким образом, изучение истории архитектуры и строительства не может ограничиваться только выдающимися зданиями и сооружениями своего времени. Творческая личность самих мастеров архитектурно-строительного дела также заслуживают внимания.

В эпоху Петра I образовались первые школы по инженерному делу, а также были приглашены иностранные архитекторы и художники; одновременно русских мастеров посылали для обучения за границу. Наши мастера первоначально копировали разработки, а потом начали творчески преобразовывать и усовершенствовать их изобретения.

Петровские реформ, проведенные в начале XVIII век, затронули все сферы жизни государства, в первую очередь – промышленность, для развития которой, необходима была сырьевая база. В связи с этим в начале XVIII века Петр I определил направление развития России в сторону Уральского региона, обладающего огромными сырьевыми и топливными ресурсами.

Широкое освоение богатств Урала в первой половины XVIII века, способствовало строительству более сотни новых заводов. Это привело к появлению качественно нового типа поселения – города-завода, заводского поселка. Как отмечает Р.М. Лотарева: «Города-заводы были своеобразным явлением в градостроительстве России XVIII – первой половины XIX века. Они определили новый тип поселений, сложившихся на основе вододействующих заводов…» [1].

Строительство городов-заводов на Урале вызвало высокую потребность в профессиональных кадрах, способных к внедрению новых инженерных знаний в процесс строительства. Уже к 30-м годам XIX столетия на уральских заводах одновременно работало около 30 архитекторов, а за всю первую половину века около семидесяти [2].

Локализация талантливых и энергичных мастеров архитектурно-строительного дела, привела к формированию местной архитектурной школы. Ведущие уральские архитекторы первой половины XIX века М.П. Малахов, И.И. Свиязев, А.З. Комаров, С.Е. Дудин, А.П. Чеботарев, К.А. Луценко, Ф.А.

Тележников, В.Н. Петенкин, А.Д. Вяткин и другие предстают перед нами как зодчие, всесторонне и глубоко учитывающие все стороны архитектурно-строительной деятельности, организаторы строительства, крупные и тонкие художники [2]. Это была большая по тому времени группа зодчих, которая возглавляла строительство заводов и городов. Большинство их окончило Петербургскую Академию художеств.

В то время большая часть промышленного потенциала России была сосредоточена в крупных и крупнейших городах Урала – Екатеринбурге, Нижнем Тагиле, Невьянске и др., поэтому развитие культуры и строительства в них находилось на более высоком уровне. Вместе с тем, большой исследовательский интерес представляют небольшие поселки при заводах, со временем превратившиеся в крупные города-заводы – Ижевск и Воткинск. В первой половине XIX здесь работали одни из самых талантливых зодчих уральской школы – С.Е. Дудин, В.Н. Петенкин. Их творческое наследие определило архитектурно-планировочное развитие Ижевска и Воткинска на несколько столетий вперед, а также имело огромное влияние на развитие архитектуры региона в целом. Все это определяет актуальность данного исследования, целью которого является изучение творческой деятельности архитекторов Камских заводов первой половины XIX века и выявление их роли в развитии промышленной архитектуры.

Методика исследования состоит в комплексном историко-теоретическом анализе творчества архитекторов Камских заводов. В качестве отправной точки изучения выбран исторический период конца XVIII – первой половины XIX века, характеризующийся как наиболее яркий и плодотворный в развитии архитектуры и строительства на Урале, в том числе на Камских заводах.

Камские заводы – принятое в отечественной историографии название Воткинского и Ижевского железоделательных заводов, примыкавших к Камской водной магистрали. Основанные в 1759–1760 гг. графом П.И. Шуваловым, владельцем Гороблагодатских заводов и рудников, они входили в систему заводов «хребта Уральского», экономически тяготея к данному промышленному региону [3]. Первоначально Камские заводы перерабатывали в железо сплавлявшийся по Каме чугун Гороблагодатских заводов.

Главной особенностью этих заводов стали плотины, которые образовывали огромные пруды, необходимые для технологического процесса. Возводили плотины по уникальной уральской технологии под руководством доверенного лица графа Шувалова асессора Ивана Куроедова. Плотина на Иже была одной из крупнейших на Урале.

В 1807 г. по инициативе А.Ф. Дерябина, обер-берггауптмана (горного начальника) Гороблагодатских, Пермских и Камских заводов, на базе Ижевского железоделательного завода был основан оружейный завод.

В 1798 г. на Воткинском завод открылась новая якорная фабрика, где уровень производства был признан эталонным.

По «Горному положению», принятому в 1806 году, на уральских заводах и в горных округах была введена должность архитектора. Только после этого появились в Удмуртии свои профессиональные зодчие. Работа их на Камских заводах была хлопотной и ответственной. Жизнь требовала не только творчест-

ва, но и ежедневной черновой работы с поставщиками и подрядчиками, строителями и чертежниками, мастерами и рабочими [3].

Профессиональный уровень заводских архитекторов был очень высок. В первой половине XIX века только на Камских заводах – Боткинском и Ижевском – работали тогда восемнадцать выпускников столичной Академии художеств. Это объясняется, конечно, оборонным профилем заводов, в продукции которых кровно нуждались российские правители всех времен. Именно выученики петербургской архитектурной школы, приезжавшие сюда ради твердого жалования и остававшиеся тут на много лет, определили пути развития местной и даже отечественной промышленной архитектуры в целом.

Два имени необходимо выделить из этой плеяды: С.Е.Дудина и В.Н. Петенкина.

В марте 1808 года С.Е. Дудин приехал служить на Ижевский оружейный завод, где он был первым профессиональным архитектором. Необходимо отметить, что Дудин приобрел в Академии художеств не только опыт архитектурного проектирования, рисования и черчения, но и солидный запас знаний в области механики, математики, физики.

Деятельность и творчество С.Е. Дудина можно охарактеризовать по построенным им зданиям и сооружения в Ижевском оружейном заводе.

Среди них особенно интересен Главный корпус Оружейного завода (1808–1843 гг.) (рис. 1), построенный вдоль плотины и обращенный фасадом на пруд. Корпус завода, замыкает перспективу главных улиц города, имеет протяженность 330 метров. Уникальность его состояла в том, что тогда оно было единственным многоэтажным промышленным зданием на Урале.

Также значительными сооружениями Ижевска, автором которых являлся С.Е. Дудин, были оружейный Арсенал с пороховым погребом (1823–1827 гг.) и собор Александра Невского (1820–1823 гг.). Здания эти объединяет градостроительная значимость, единый архитектурный стиль, функциональная связь.



Рис. 1. Главный корпус ижевского Оружейного завода (1808–1843 гг.), арх. С.Е. Дудин

С.Е. Дудину принадлежит и оригинальная планировка Ижевска, где он творчески применил прямоугольную систему к природным условиям местности, тем самым внес принцип «регулярного плана». Несмотря на то, что С.Е. Дудин официально числился архитектором только Ижевского завода, но деятельность его распространялась и на Воткинский завод. Так, в сентябре 1808 года, отозвав первого воткинского архитектора Н.А. Андреевского в Ижевск, Дерябин возложил на Дудина дополнительные обязанности по «руководству плотников и других мастеров». Сметы и чертежи Дудина нередко посылались в Воткинск в качестве образца при возведении аналогичных построек. [3]

Следовательно, С.Е. Дудин оказал мощное воздействие на развитие архитектуры Камских заводов.

В 1823 г. на Воткинский завод приезжает служить архитектор В.Н. Петенкин, помощник А.Д. Захарова в экспедиции «Санкт-Петербургских и Адмиралтейских строений», вольнослушатель Академии художеств. С 1823 по 1845 год он работал в Воткинске, создав его первый генеральный план. Он создал основные архитектурные ансамбли этого города-завода, которые надолго определившие его градостроительное развитие. Именно В.Н. Петенкин осуществил перестройку завода, задуманную еще управителем Мамышевым, совместно со сменившим его на посту К. Нестеровским. Перестройка Камско-Воткинского завода была начата в 1828 году. Первый вариант проектов был забракован, так как обилие архитектурных элементов удорожало строительство.

В 1836 г. В.Н. Петенкиным было построен комплекс зданий госпиталя, конюшен, складов, церковь и другие здания, благоустроена плотина. С окончанием этих работ, к 40-м годам XI X века, Воткинск превратился в один из лучших городов Урала. Центром композиции города-завода была плотина. Здесь был устроен бульвар с деревьями, цветниками и установлен монумент – большой декоративный якорь. В центре города, с обоих концов плотины, располагались две площади – церковная и предзаводская.



Рис. 2. Цех №4 Воткинского завода (1828г.), арх. В.Н. Петенкин

Главные цехи завода располагались перпендикулярно плотине и параллельно водопроводным «ларям». В числе цехов, построенных к 1832 году, были: цех № 1 – литейный и листопрокатный; цех № 2 – кричный, с кричными

молотами и горнами; цех № 3 – с отделениями для изготовления якорей и сталелитейным; цех № 4 (Николаевская фабрика) – с кузнечным отделением.

В построении композиции главного здания завода (цеха № 4) (рис. 2), обращенного на предзаводскую площадь, Петенкин следует лучшим образцам архитектуры Петербурга того времени. Здание цеха – особенно его центральная часть – главенствует и объединяет не только здания завода, но и прилегающую к ним часть города с предзаводской площадью. Так была решена градостроительная задача в конкретных условиях Воткинска. Достоинства архитектуры здания, его градостроительное значение, общая его композиция и детали свидетельствуют о незаурядных способностях В.Н. Петенкина.

Вследствие того, что С.Е. Дудин и В.Н. Петенкин получили образование под руководством знаменитых зодчих И.Е. Старова, А.Д. Захарова, А.Н. Воронихина, В.П. Стасова, то в их творчестве прослеживается приверженность к классическому наследию, которому они оставались верны даже в годы кризиса и упадка русского классицизма. Это прослеживается в зданиях и сооружениях как производственных, так и гражданских, вплоть до дворцовых комплексов и церквей, построенных уральскими зодчими в первой половине XIX века в стиле классицизм.

Проведенное исследование творческой деятельности Камских архитекторов первой половины XIX позволяет следующие выводы:

– В Удмуртии С.Е. Дудин и В.Н. Петенкин были первыми и одними из самых талантливых архитекторов.

– На Урале С.Е. Дудин стал одним из основоположников уральской школы промышленного зодчества, так как свои лучшие произведения он создал до появления на Урале И.И. Свиязева и других крупных архитекторов. Именно ижевскому мастеру пришлось впервые разрешать сложные и необычные задачи обширного заводского каменного строительства в условиях Урала.

– Оба архитектора были характерными представителями школы А.Д. Захарова.

Творчество уральских зодчих XIX столетия отмечено не только глубоким пониманием связи промышленной архитектуры с потребностями производства, высоким художественным вкусом, но и отличным знанием инженерной стороны строительного дела.

Список литературы

1. *Лотарева Р.М.* Города-заводы России XVIII – первой половины XIX вв. – Екатеринбург : Изд-во Урал., Архит.-худож. ин-т, 1993. – 213 с.
2. *Алферов Н.С.* Зодчие старого Урала. Первая половина XIX века. – Свердловск : Свердловское кн. изд-во, 1960. – 216 с.
3. *Шумилов Е.Ф.* Первый зодчий Удмуртии. – Ижевск : Изд-во «Удмуртия», 1979. – 84 с.

Садыкова А.Б., студент, e-mail: bosadykov@yandex.ru;
Изюрьева И.А., канд. культурологии, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова»

Зеленые крыши. Применение и назначение

Аннотация. Озеленение крыш – частичное или полное засаживание крыши здания живыми растениями. Зеленая кровля обладает влагорегулирующим свойством. Зеленая кровля поглощает шум вокруг здания, а субстратная масса выполняет функцию звукоизоляции для самого здания. Следует отметить, что использование зеленых крыш встречается повсеместно в отличие от нашей страны. В России редко встречаются здания с озелененной кровлей. За счет озелененных фасадов каждое здание приобретает индивидуальный стиль и облик, придает городу неповторимость, эстетичность.

Ключевые слова: зеленая крыша, пятый фасад здания, дренирующий слой, герметизирующий слой, шумоизоляция, звукоизоляция

Озеленение крыш – термин, обозначающий частично или полностью засаженные живыми растениями крыши зданий.

Деревья и трава, растущие на крыше, – отнюдь не дань современной моде. Достаточно вспомнить Сады Семирамиды, которые прославили древний Вавилон. В 18 столетии исландцы жили в дерновых домах, которые они вырезали из холмов. При этом было обнаружено, что растительность, обитающая на крыше, способна защитить в непогоду от холода и ветра. [4]

Зеленая кровля обладает влагорегулирующим свойством. 60 % годового объема осадков потребляется растущим на крыше седумом толщиной 2 см. Транспирация и испарение создают повышенную влажность, что в условиях сухого городского воздуха является очень положительным эффектом; на зеленых кровлях испаряется 80 % осадков. На других типах кровли испаряется 20 %, а 80 % стекает как ливневые воды. Перепад зимней и летней температуры на зеленой кровле составляет около 30 °С. На других типах кровли эта величина составляет 100 °С, что создает серьезные термодеформационные нагрузки на кровельный материал. Растительные крыши работают как фильтр. Частично нагрузка снижается. Зеленая кровля поглощает шум вокруг здания, а субстратная масса выполняет функцию звукоизоляции для самого здания (например, защищает от шума самолетов). Растительная кровля выполняет важную функцию «островков», облегчающих распространение животных и растений. [1]

Зеленые кровли состоят в принципе из четырех слоев: верхний слой (растительный) в растительном субстрате, под ним дренирующий слой далее – защита от прорастания корней и герметизирующий слой. [1]

Существует два различных принципа устройства конструкции травяных крыш. Наиболее распространенным является укладка герметизирующего слоя непосредственно под слоем почвы и устройство воздушного зазора между ним и расположенной ниже конструкцией с теплоизоляцией. Можно также установить инверсионную конструкцию. В таком случае воздушный зазор отсутству-

ет, и герметизирующий слой устанавливается под теплоизоляцией. При этом важно использовать влагостойкую теплоизоляцию. Этот способ в основном используется в кровельных террасах. Раньше в качестве теплоизоляции использовали несколько слоев бересты. В настоящее время применяют формирующие воздушный зазор пластиковые коврики, полиолефиновые покрытия и резиновые коврики. [1]

Также зеленые крыши обладают рядом преимуществ перед обычным кровельным покрытием зданий [3]:

1. Прежде всего, озеленённая крыша – это свободный участок пространства, который можно использовать для отдыха и восстановления сил.

2. В зимнее время такая крыша служит дополнительным теплоизолятором, что позволяет уменьшить затраты на отопление.

3. Кровельное покрытие получает дополнительную защиту от возможных механических повреждений и воздействия ультрафиолетового излучения.

4. Летом озеленённая крыша не перегревается, а температурные колебания в течение суток существенно сглаживаются, что позволяет продлить срок службы кровельного покрытия.

5. Озеленённая крыша может выполнять функцию естественного кондиционера. Летом температура в здании с озеленённой крышей на 5–7 градусов ниже, чем в здании с обычной кровлей, что позволяет уменьшить необходимость постоянной работы кондиционеров.

6. Звукоизолирующая функция озеленённой крыши – защита от проникновения уличного шума.

7. Внешний вид. Здание с озеленённой крышей выглядит гораздо привлекательнее и оригинальнее, чем здания с обычным видом кровли.

Но нельзя не отметить основные недостатки зеленых крыш. Основным их недостатком можно считать большую начальную стоимость по сравнению с обычной крышей. Также, в сейсмоопасных регионах озеленение может существенно усложнить конструкцию крыши. Не все существующие здания могут быть оборудованы любым из типов «зелёных крыш» из-за того, что их крыши могут быть не рассчитаны на такую нагрузку.

Для многих видов растений актуальна также проблема сохранения постоянной влажности крыши, и как следствие – надёжной защиты от протекания (напомним, что корни растений могут прорвать водозащитную мембрану, поэтому при грамотном озеленении требуется также корнезащитный слой). Однако для экстенсивных зелёных крыш, например, покрытых седумом, эта проблема неактуальна, так как данному виду растительности хватает периодически выпадающей дождевой воды, и он может подолгу жить в сухом грунте.

Следует, однако, помнить, что озеленённая крыша живёт в несколько раз дольше обычной, поскольку вегетация защищает и саму крышу, и мембранные слои от воздействия погодных условий и ультрафиолета, что обычно легко покрывает увеличенные изначальные затраты на озеленение.

Еще одним важным недостатком является сама конструкция зеленой крыши. Построить её самостоятельно достаточно трудно. Во избежание техно-

логических ошибок доверить обустройство крыши лучше профессионалам. В целом своей конструкцией зеленая крыша напоминает «слоеный пирог», включающий в себя несколько обязательных слоев. [4]



Рис. 1. Частично озелененная крыша



Рис. 2. Частный дом с озелененной кровлей

Франция. Сад на крыше вокзала Монпарнас, площадью 3,5 га. Отличный пример того, как надо преображать промзону. Как может выглядеть крыша вокзала? Большая бетонная площадка, на которой стоят вентиляционные шахты, решетки и пр. Французы в начале 90-х годов сделали на этом месте сад. [2]

Испания. Сад на крыше бывшей цементной фабрики в Барселоне. [2]

Япония. 30-ти этажный торговый комплекс в японском городе Осака. На крыше этого торгового центра есть рощи, лужайки, утёсы, ручьи, водопады и пруды. Архитектор Эмилио Амбаз (EmilioAmbasz) сконструировал здание-парк в виде 15 террас на правительственном строении в Японии. Зеленая крыша представляет собой 35 тысяч растений, которые в свою очередь олицетворяют 76 различных видов растений. Из окон государственного учреждения открывается потрясающий вид. [2]



Рис. 3. Калифорнийская академия наук

США. В Чикаго на плоской крыше неоклассического здания мэрии находится красивый, полный зелени сад, скрытый от посторонних глаз. Однако птицам доступ всегда открыт. Более 36 видов птиц залетают передохнуть среди 20 тысяч растений. Калифорнийская академия наук в Сан-Франсиско. Планетарий и шар, в котором создан микроклимат тропического леса, размещены в двух больших сферах, крыша которых снаружи покрыта зеленью. Посетители смогут даже прогуляться по этому искусственному ландшафту, правда, только по определенной тропинке. [2]

Канада. Повар в отеле в Ванкувере собирает яблоки, созревающие среди небоскребов. Бухгалтеры отеля говорят, что сад крыши производит фрукты, овощи, травы и мед приблизительно на 16 000$ ежегодно. [2]

Германия. ГЕНО Хаус. В 1969 году государство спонсировало создание зеленой крыши этого здания. Благодаря пенопластовой основе она прослужила довольно долго, только лишь в 1990 году ее обновили и улучшили. Германия – лидер в Европе по «озеленению» крыш, 10 % немецких крыш покрыты травяным покровом. [2]

Следует отметить, что использование зеленых крыш встречается повсеместно в отличие от нашей страны. В России редко встречаются здания с озелененной кровлей.

В том числе и наш город Ижевск. Здесь нет зданий, использующих так называемый пятый фасад здания под растительность. Хотя для нашего города зеленые крыши принесли бы много пользы. Ижевск подвержен тепловому загрязнению, а также загрязнению воздуха, как и многие другие города. Во время проливных дождей озелененные крыши спасли бы от затопления улиц и дворов. Зеленая кровля «освежила» бы наш город, сделала бы его намного уютней, чище и эстетичнее.

За счет озелененных фасадов каждое здание приобретает индивидуальный стиль и облик. Выделяясь из окружающего нас пространства, придает городу неповторимость, эстетичность. А также очищает воздух, поглощает лишние шумы и влагу.

Список литературы

1. Бокалдерс В., Блок М. Экологические аспекты строительных технологий. Проблемы и решения. – М.: Изд-во АСВ, 2014. – 480 с.
2. Онищенко Д. Зеленые кровли [Электронный ресурс] // ОПИ [Сайт]. – URL: http://www.o-p-i.ru/kompaniya/novosti/14-staticheskie-stranitsy/proektirovanie/stati-i-publikatsii/959-zelenye-krovli-chast-1 (дата обращения: 22.04.2016).
3. Устройство озеленения крыши [Электронный ресурс] // Poremontu.ru [Сайт]. – URL: http://poremontu.ru/blogs/Gelata/ustroystvo-ozeleneniya-kryishi (дата обращения: 22.04.2016).
4. Зеленая крыша своими руками [Электронный ресурс] // StroyPortal [Сайт]. – URL: http://strport.ru/uchastok/zelenaya-krysha-svoimi-rukami (дата обращения: 22.04.2016).

Седов Н.В., магистрант, e-maul: nikolay.sedov.93@mail.ru;

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проблемы современной реорганизации промышленных территорий постиндустриального города

Аннотация. Статья посвящена проблемам современной реорганизации промышленных территорий постиндустриального города, а именно о ее необходимости. Автором приведены примеры зарубежного и отечественного опыта в реорганизации промышленных территорий и переназначении промышленных зданий.

Ключевые слова: реорганизация, реконструкция промышленных территорий, ландшафт, инвестиционная привлекательность, проекты реорганизации

Проблемы реорганизации промышленных территорий постиндустриального города является одной из наиболее острых и актуальных на данный момент. Так как такие территории являются существенным резервом земельных участков для городов России. Развитие большинства современных производственных городов сталкиваются с проблемой реконструкции промышленных территорий, в основном промышленных комплексов. Это объясняется тем что некоторые комплексы перестали выполнять основную функцию или оказываются приостановленными. Также можно отметить, что большая концентрация разных видов деятельности человека в городе привела к нарушению баланса между естественными и искусственными компонентами ландшафта. Взаимодействие природной и искусственной среды все чаще приобретает форму нарастающего давления городской застройки на окружающий ландшафт. Город продолжает «завоевывать» близлежащие территории, неизменно сокращая природный потенциал и внося гораздо больше хаоса, чем гармонии в естественное окружение. Варварское отношение к имеющемуся в нашем распоряжении природному потенциалу губит нашу экологию, приводит в запущение быстро сокращающиеся зеленые участки города. Городское население остро нуждается в реконструкции промышленных территорий. Возможности застройки периферийных районов города себя практически исчерпали, все более возрастают затраты на строительство и создание инфраструктуры.

Реорганизация производственных зон решает проблему нехватки пространства в городе и помогает улучшить экологическую ситуацию. Но при реорганизации возникают некоторые основные проблемы. Одна из таких проблем заключается в том что зачастую промышленная территория имеет несколько собственников, цели которых на эту территорию разные. Решить эту проблем можно целевой программой реконструкции промышленных территорий постиндустриального города. Подобные программы давно используются такими городами как Пермь, Казань, Томск, Барнаул. Данная программа должна быть рассчитана на перспективу 5–10 лет и решать следующие вопросы:

1. Нормативно-правовые положения.
2. Системы льгот инвесторам.

3. Экономическая стабильность города.
4. Взаимодействие местных органов управления с предприятиями города.
5. Социально-политическая система.
6. Оснащенность передовыми технологиями.

Стратегическая цель данной программы заключается в создании условий, способствующих активизации инвестиционной деятельности на территории города. Что приведет к увеличению ежегодного прироста инвестиций, улучшению рыночной инфраструктуры инвестиционной деятельности. Многие города, как в Европе, так и по всему миру, уже прошли этот путь или проходят в данный момент, что наглядно видно по таблицам № 1 и № 2.

Таблица 1. **Доля производственных территорий в структуре земель в городах России**

№	Название города	Общая площадь города, га	Площадь промышленных территорий, га	Доля промышленных территорий, %
1	Пермь	79900	12518	15,67
2	Казань	51580	4105,44	7,6
3	Челябинск	50157	8658	17,3
4	Екатеринбург	49500	7222,31	14,6
5	Барнаул	32200	2720	8,44
6	Ижевск	31500	3225	10,23
7	Томск	29400	3172	10,8
8	Тула	14500	3586	24,73

Источник: составлено автором на основании [5–10].

Таблица 2. **Доля производственных территорий в структуре земель в городах Европы**

Город	Доля, %	Город	Доля, %
Берлин	4,9	Марсель	1,9
Брюгге	7,4	Милан	6,3
Варшава	5,7	Мюнхен	4,5
Гамбург	5,6	Париж	4,5
Ганновер	8,6	Прага	5,2
Лейпциг	2,4	София	7,3
Лилль	4,6	Франкфурт-на-Майне	5,1

Источник: http://www.geoclab.ru/projects/?ELEMENT_ID=1735.

Отсюда видно, что площадь производственных территорий в постиндустриальных городах России значительно больше, чем в других городах мира, доля производственных зон промышленных городов в среднем составляют 13,67 % (таблица 1),тогда как в других городах Европы этот показатель в среднем составляет 5,28 % (таблица 2). Эффективное управление процессами реконструкции промышленных территорий постиндустриальных городов России должно быть основано на лучших проектах реорганизации производственных

территорий и на лучшей практике решения подобных задач в аналогичных по масштабу и сложности городских образованиях мира. Приведем несколько примеров.

Город Хельсинки (Финляндия):
– год постройки: 1939–1954;
– год основания кластера: 1987;
– площадь кластера: 53 348 кв. м.;
– что тут было раньше: завод по производству кабеля;
– размер инвестиций: 93 млн евро.

Kaapelitehdas – в переводе с финского «Кабельный завод». В 1967 году, в результате слияния трёх компаний, была образована ставшая впоследствии известная на весь мир компания Nokia (рис. 1). В 1987 году, после того как будущий телефонный гигант начал процесс переноса своих производственных и офисных помещений, Nokia и администрация Хельсинки, подписали план, согласно которому освободившиеся помещения будут переданы в собственность городской администрации. Для управления процессом перехода была создана ассоциация Pro Kaapeli и компания Kiinteistö Oy Kaapelitalo, которая, в свою очередь, не только выполняет свои функции до сих пор, но и участвует в формировании стратегии культурного развития Хельсинки [1].



Рис. 1. Завод Nokia город Хельсинки (Ирландия)



Рис. 2. Культурный центр в Хельсинки (Ирландия)

Источник: http://urbanurban.ru/blog/space/150/Novaya-zhizn--primerov-togo-chto-mozhet-zhdat-Krasnyy-Oktyabr

Город Дублин (Ирландия):
– год постройки: 1759;
– год основания кластера: 2003;
– площадь кластера: 36 000 кв. м;
– что тут было раньше: пивоварня Guiness (рис. 3);
– размер инвестиций: 72,4 млн евро.

The Digital Hub – проект реконструкции промышленных зданий, находящихся в центре Дублина, был начат в 2001 году путём создания Digital Hub Development Agency, а уже в 2003 году сюда заехали первые компании. The Digital Hub (рис. 4) – кластер, имеющий отраслевую специализацию. Здесь арендуют помещения только компании, чей бизнес связан с высокими технологиями: анимацией, разработкой мобильных приложений, компьютерных игр, онлайн-медиа и созданием цифрового контента, например, Amazon, Areaman Productions, Daft, Decawave, Gala Networks Europe, Havok, Kavaleer Productions, Lincor Solutions и PopCap Games [1].



Рис. 3. Пивоварня Guiness, Дублин (Ирландия)



Рис. 4. Кластер The Digital Hub

Источник: http://urbanurban.ru/blog/space/150/Novaya-zhizn--primerov-togo-chto-mozhet-zhdat-Krasnyy-Oktyabr

Город Екатеринбург (Россия) – наиболее яркий пример отечественной реорганизации производственных территорий:

– год постройки: 1726;
– площадь кластера: 125,105 га.

Согласно стратегическому плану развития Екатеринбурга до 2025 года, планируется вынести за пределы города около тридцати заводов, нарушающих экологию города и препятствующих его развитию. В их число входит и Верх-Исетский металлургический завод (рис. 5), состоящий из 65 зданий. Исходя из этого были созданы проекты реорганизации территории в музейный и культурно-развлекательный комплекс (рис. 6). В соответствии с Генеральным планом развития Екатеринбурга, дальнейшее формирование общегородского центра предполагается вести в западном направлении с выходом к акватории Верх-Исетского пруда [2]. Разработчики Генерального плана предлагают также провести транспортное периферийное кольцо, объединяющее жилые районы, по ВИЗ-Правобережному через Верх-Исетский пруд на улицу Надеждинскую [2]. Таким образом, через пруд будет проложен мост, который обеспечит доступность к площадке со стороны акватории и приведет к более активному контакту между районами города. Участок с развитой транспортной инфраструктурой,

располагающийся в центре города на берегу Верх-Исетского пруда, привлекает также частных инвесторов.



Рис. 5. Верх-Исетский металлургический завод



Рис. 6. Проект музейного комплекса

Источник: http://archvuz.ru/2013_22/14

Сравнение отечественного опыта с Европейским показывает отставание в реорганизации промышленных территорий. Зачастую реорганизация территории носит вынужденный характер, а не целевой. Рекомендуется взять на вооружение зарубежный опыт и уделить особое внимание реорганизации производственных зон, как наиболее актуальной в настоящей время, используя инструменты зарубежных школ реорганизации территорий.

Заключение

Поиск путей повышения эффективности использования городских территорий тесно связан с понятием «реорганизация городских территорий». Под реорганизацией городской территории понимается совокупность действий, направленных на изменение территории и повышение эффективности ее использования, что влияет на повышение стоимости объектов недвижимости, включая землю, здания и сооружения, к ней относящиеся.Таким образом, задача реорганизации промышленных территорий – это сложная, комплексная задача, которая не может быть решена по одной, наперед заданной схеме. Необходимо создание определенной системы взаимодействия десятков органов муниципального управления, определения их функций, перестройка сложившихся отношений с федеральными министерствами и ведомствами, подключение к процессу частных инвесторов, а также использование других возможностей, предоставляемых действующим законодательством [4].

Список литературы

1. *Коробейников Е.* Новая жизнь: 5 примеров того, что может ждать «Красный Октябрь» [Электронный ресурс] // UrbanUrban [Сайт]. – URL: http://urbanurban.ru/blog/space/150/Novaya-zhizn--primerov-togo-chto-mozhet-zhdat-Krasnyy-Oktyabr (дата обращения: 22.04.2016).

2. *Фоминцева Е.А.* Перепрофилирование прибрежной территории Верх-Исетского пруда в границах промышленной площадки [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов [Сайт]. – URL: http://archvuz.ru/2009_22/26 (дата обращения: 22.04.2016).
3. *Силаева О.Н.* Методы управления процессами реконструкции городских промышленных территорий : Автореферат дис. канд. экон. наук. – Москва, 2012 [Электронный ресурс] // Geum.ru [Сайт]. – URL: http://geum.ru/ec-aref/metody-upravleniya-protsessami-rekonstruktsii-gorodskih-promyshlennyh-territoriy.php (дата обращения: 22.04.2016).
4. *Сафонова Д.Е.* Экореконструкция заброшенных промышленных зон в процессе рефункционализации [Электронный ресурс] // Архитектон: известия вузов [Сайт]. – URL: http://archvuz.ru/2012_22/43 (дата обращения: 22.04.2016).
5. Генеральный план Перми [Электронный ресурс] // Администрация города Перми [Сайт]. – URL: http://www.gorodperm.ru/economic/building-up/genplan/ (дата обращения: 22.04.2016).
6. Генеральный план города Ижевск [Электронный ресурс] // Официальный сайт муниципального образования город Ижевск [Сайт]. – URL: http://www.izh.ru/i/info/15531.html (дата обращения: 22.04.2016).
7. Генеральный план города Екатеринбурга [Электронный ресурс] // Официальный портал Екатеринбург.рф [Сайт]. – URL: http://екатеринбург.рф/file/a016f70041704b092314f12bc836f24e (дата обращения: 22.04.2016).
8. Генеральный план города Тулы [Электронный ресурс] // Администрация города Тулы [Сайт]. – URL: http://www.tula.ru/administration/info/investors/300/general_plan/genplan.php (дата обращения: 22.04.2016).
10. Градостроительная реорганизация производственных территорий [Электронный ресурс]. – URL: http://map.admin.tomsk.ru/pages/gp_pub/2tom/p054.html (дата обращения: 22.04.2016).
11. *Сафиуллин А.Р.* Кластерный анализ промышленности в системе стратегического планирования территориального развития Казани [Электронный ресурс] // Проблемы современной экономики. – 2007. – № 1 (21). – URL: http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=1258 (дата обращения: 22.04.2016).
12. Генеральный план города Челябинска [Электронный ресурс] // Администрация города Челябинска. Главное управление архитектуры и градостроительства [Сайт]. – URL: http://www.arch74.ru/documents/cityplan/ (дата обращения: 22.04.2016).

Соков В.Н., д.т.н., профессор;
Солнцев А.А., аспирант, e-mail: aa_solntsev@rambler.ru;
Лямзин Ф.М.,- магистрант, e-mail: lyamzinf@gmail.com

НИУ МГСУ

Технология бесшамотного высокотемпературного теплоизоляционного материала

Аннотация. Авторами выявлено, что в России шамотные легковесы изготавливают в основном пеновым способом, технологический процесс которого достаточно длителен, трудоемок и связан с большим расходом электроэнергии и топлива. Установлено, что технически и экономически целесообразно исключить из состава сырьевой смеси шамот – самый энергоемкий компонент и перейти при производстве легковесов из бесшамотных масс. Авторами была выдвинута рабочая гипотеза о возможности получения бесшамотных теплоизоляционных материалов со значительным сокращением сроков сушки сырца, если в процессе формирования усадочная влага будет поглощаться пористыми зернами глины и выгорающей добавкой с увеличением ее в объеме и созданием в массе избыточного давления. Авторами исследованы режимы электропрогрева, сушки и высокотемпературного обжига. Авторами изучены минералогический состав полученных изделий и макроструктура пористости. Установлено, что свойства изделий, полученных предлагаемым способом превышают нормативные показатели.

Установлено, что предлагаемая технология позволит исключить из технологической схемы шамотно-приготовительный конвейер (с помолом на фракции), перейти от многокомпонентных систем к двухкомпонентным, исключить шлифовку и обрезку изделий (улучшение экологической обстановки на предприятии); интенсифицировать производственный процесс и уменьшить энергетические затраты; ликвидировать сушильное отделение.

Ключевые слова: высокотемпературная теплоизоляция, метод выгорающих добавок, бесшамотный материал

Шамотные легковесы – наиболее массовый и универсальный вид жаростойких материалов, широко применяющийся в печестроении и других областях техники [1, 2]. Средняя плотность их колеблется от 1300 до 400кг/м^3.

В России шамотные легковесы изготавливают в основном пеновым способом, а также способом выгорающих добавок, при этом более распространенным является пеновый способ [3], который позволяет получать изделия с меньшей средней плотностью. Именно с помощью пенового способа получают наиболее пористые шамотные материалы – ультралегковесные. Однако пеномасса характеризуется весьма низкой структурной прочностью и требует мягкого и продолжительного режима сушки, удлиняет весь производственный цикл. Большое водосодержание пеномасс создает значительные усадочные деформации, искажающие геометрические формы изделий. Для придания им точных размеров необходима обрезка и шлифовка, отходы от которых составляют до 60 %. Весь процесс достаточно длителен, трудоемок и связан с большим расходом электроэнергии и топлива [4, 5, 6, 7, 8].

Содержание глины в шихте в значительной степени определяет прочностные показатели изделий. Однако ее технологические свойства, и в первую очередь большая сушильная (воздушная) усадка, предопределяют необходимость формирования в формовочной массе жесткого каркаса. Достигается это условие введением в состав шихты отощающих добавок, роль которых в алюмосиликатных огнеупорах выполняет шамот. Увеличение его содержания в шихте снижает конечную прочность изделий, повышает их среднюю плотность и значительно увеличивает удельный расход топлива и электроэнергии (обжиг и помол глины на шамот). Таким образом, технически и экономически целесообразно исключить из состава сырьевой смеси шамот – самый энергоемкий компонент и перейти при производстве высокопористых изделий (ультралегковесов) на применение бесшамотных масс.

Однако получить эти изделия из чистых глин чрезвычайно сложно. Во всяком случае, известные технологические способы не позволяют этого добиться, так как сырец в процессе сушки дает значительную усадку (50 % по объему), приводя к образованию практически 100-процентного брака [7]. Поэтому для снятия воздушных усадок в шихту вынужденно вводят грубодисперсный и тонкомолотый шамот, опилки, вспученный перлит, различные полимерные вещества и тому подобные компоненты. Например, при производстве ультралегковеса ШЛ-04 требуется подготовить девять компонентов. Технологическая схема производства ультралегковеса, построенная по этому принципу, громоздка, энергоемка и характеризуется большим количеством рабочих операций. Необходима тщательная обработка огнеупорных порошков – тонкий помол, что при применении такого твердого сырья, как шамот, влечет за собой большой намол железа и расход энергии.

Исходя из теоретических представлений о самоуплотняющихся массах была выдвинута рабочая гипотеза о возможности получения бесшамотных теплоизоляционных материалов со значительным сокращением сроков сушки сырца, если в процессе формования усадочная влага будет поглощаться выгорающей добавкой с увеличением ее в объеме и созданием в массе избыточного давления.

Рассмотрев различные виды добавок было принято, что в качестве активного компонента смеси необходима добавка, способная:

– развивать значительные внутреннее давление в массе, находящейся в замкнутом объеме, обеспечивающее самопоглощение усадочной влаги;

– обеспечить создание высокой пористости в материале за счет низкой геометрии и удельной поверхности (т.е. гладкую сферическую добавку);

– улучшить сушильные свойства формовочных масс;

– иметь низкую зольность после выжигания.

В качестве такого компонента было апробировано растительная добавка – просо.

Основным препятствием при изготовлении бесшамотных ультралегковесных материалов является очень высокая сила связи с глинистыми частицами. Поэтому при прогреве в замкнутых перфорированных формах самоуплот-

няющихся масс вместе с влагой из формы через перфорацию уходит глина, засоряя и закрывая перфорацию.

Из рассмотрения специфических особенностей глины можно сделать теоретическое предположение о том, что получить качественные бесшамотные теплоизоляционные изделия на основе чистых глин с минимальными затратами энергии и времени можно лишь в том случае, если удастся провести самоуплотнение масс таким образом, чтобы поток влаги за счет избыточного давления, развиваемого внутри герметично замкнутого объема, был направлен в толщу сырца и поглощался зернами минерального компонента (их пористость составляет 40 %).

Авторами рассматривалась возможность изменения физико-химических свойств поверхностных слоев огнеупорной глины, в целях предотвращения впитывания влаги последней в процессе приготовления, транспортировке и загрузке формы в бесшамотные массы.

В ходе исследований для этого использовались различные водоотталкивающие средства, не вносящих побочных продуктов, снижающих температуру применения изделий.

Установлено, что предпочтительнее введение гидрофобизирующей добавки пульверизацией при загрузке глины в шаровую мельницу с небольшим количеством мелющих тел для предотвращения агрегирования мелких частиц.

Анализ влияния, оказываемого гидрофобной добавкой на способность изменения физико-химических свойств поверхностных слоев глинистых частиц, показал, что гидрофобизирующие вещества способны при адсорбции на гидрофильной поверхности ориентироваться в строгом порядке, образуя своими углеводородными радикалами, обращенными наружу, гидрофобный слой, изменяющий силу связи глины с водой.

Таким образом, самопоглощение формовочной влаги сводится с одной стороны зернами выгорающей добавки, а с другой пористыми зернами глины.

Суть способа заключается в следующем. В специально разработанную форму из диэлектрического материала с пластинчатыми электродами на двух противоположных гранях укладывается масса. Форма закрывается крышкой и масса подвергается электропрогреву через пластинчатые электроды током промышленной частоты 50 Гц в течение 15–25 минут. При этом гранулы добавки при температуре 80 °С всасывают в себя воду и набухают, увеличиваясь в объеме, создавая в гидравлически закрытых формах избыточное давление. В ходе объемного прессования происходит внутреннее воздействие на массы. Для релаксации внутреннего напряжения сырца его выдерживают в форме до 15 минут. Далее следует распалубливание и равномерно прогретый сырец сушат два часа при температуре 80 °С,исключая время подъема температуры.

Изучение электрофизических свойств и процессов тепло- и массопереноса при электротермообработке бесшамотных масс проводилась по разработанной методике на специально изготовленной экспериментальной прессформе, позволяющей регистрировать:

– изменение удельного сопротивления массы;
– силу тока при различных величинах напряжения;

– температуру внутри и на поверхности изделия;
– давление, развиваемое в формуемой массе.

Подбор обжига осуществляется с учетом влияния образующихся при выгорании растительной добавки газов и объемного изменения глины при обжиге.

Исследованиями установлено, что при разогреве сырца во время обжига разложение и удаление выгорающей добавки происходит неравномерно. В интервале температур 250–320 °С начинается наиболее интенсивный пиролиз добавки, газообразные продукты которого могут вызывать деструкцию сырца. Отсюда следует, что скорость нагрева последнего (в области указанных температур) должна быть подобрана таким образом, чтобы газовыделение при разложении выгорающей добавки протекало не слишком бурно, не вызывая деструкции материала.

Установлено, что выгорающая добавка растительного происхождения не снижает наличия основных минералов в обожженных изделиях. Результаты количественного РФА по методу Ритвельда показали следующее: кварц – 19,9 %, кристобалит – 21,9 %, муллит – 59,2 %.

Всестороннее изучение свойств полученных изделий в зависимости от основных технологических параметров [9] показало, что опытные изделия со средней плотностью 400–500 кг/м^3 по своим физико-техническим характеристикам превосходят нормативные показатели для таких материалов (таблица 1).

Таблица 1. **Основные показатели свойств**

Показатели свойств	**Экспериментальные образцы**	**Нормируемые показатели по ГОСТ 5040-96**
Плотность, кг/м^3	400	400
Предел прочности при сжатии, МПа	1,7	1,0
Дополнительная усадка при температуре 1350 °С	0,1	0,5
Температура начала деформации под нагрузкой, °С	1300	1120
Теплопроводность, Вт/м·К при 600 °С	0,15–0,17	0,2–0,25
Огнеупорность, °С	1710	1670

Расчетный ожидаемый экономический эффект от внедрения в производство технологической линии по производству разработанных бесшамотных теплоизоляционных изделий из самоуплотняющихся масс слагается из следующих составляющих:

1. Из технологической схемы исключается шамотно-приготовительный конвейер (с помолом фракции);

2. Переход от многокомпонентных систем к двукомпонентным;

3. Исключается шлифовка и обрезка изделий, отходы от которых достигают 40%;

4. Интенсификация производственного процесса и уменьшение энергетических затрат;

5. Ликвидация сушильного отделения[10].

Список литературы

1. *Аристов Г.Г.* Шамотное производство. – М.: Металлургия,1975. – 279 с.
2. *Глебов С.В.* Легковесные огнеупоры. – М.: Металлургиздат, 1945. – 159 с.
3. *Белогрудов А.Г.* Бесшамотные легковесные огнеупоры // Огнеупоры. – 1970. – №11. – С. 37–40.
4. *Глебов С.В., Казакевич С.С.* Производство шамотных огнеупорных изделий. – М.: ГОНТИ, 1939. – 256 с.
5. *Гурова М.И., Деревянченко Л.Д., Карклит А.К. и др.* Огнеупорные изделия, материалы и сырье: Справочник. – М.: Металлургия, 1977. – 215 с.
6. *Лурье М.А., Гончаренко В.П.* Легковесные огнеупоры в промышленных печах. – М.: Металлургия, 1974. – 239 с.
7. *Пирогов А.А.* Легковесные (теплоизоляционные) огнеупоры и высокоогнеупоры. – Харьков : ОНТИ, НКТВ, 1936. – 55 с.
8. *Пирогов А.А., Ракина В.П.* Теплоизоляционные легковесные огнеупоры, новое в технологии их производства и применения. – Сталино, 1955. – 12 с.
9. *Гончаров А.А., Свиридов В.Н.* О правилах контроля прочности бетонов // Бетон и железобетон. – 2015. – №3. – С. 26–27.
10. *Соков В.Н.,Сокова С.Д., Солнцев А.А.* Модифицированный метод самоуплотняющихся масс на основе выгорающей добавки растительного происхождения // Новые огнеупоры. – 2014. – № 3. – С. 60–61.

Соловьева И.Э., магистрант, e-mail: SIE92@yandex.com;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Структура, проблемы, перспектива парковочного пространства в г. Ижевск

Аннотация. На сегодняшний день актуальным становиться вопрос решения проблем парковочного пространства, которое в настоящее время является крайне неудовлетворительным. Возросший уровень автомобилизации требует внимания к организации и размещению мест хранения автомобилей. Территории городов, их транспортная структура, характер открытых пространств, формировавшиеся на протяжении длительного времени, в настоящее время не обеспечены потребным количеством мест для организованного хранения индивидуального легкового транспорта. Как следствие этого, автомобили паркуются на перегонах улично-дорожной сети, во дворах и внутридворовых проездах, что значительно ухудшает качество жизни как людей так и самих автомобилей в структуре города. Данная статья поднимает вопросы несоответствия потребностей в хранении автомобилей и городских планировочных струк-

тур. Рассмотрены причины указанного дисбаланса машин и парковочных мест, намечены пути решения этих проблем на основе изучения опыта западных стран в работах архитекторов и исследователей. Даны методические рекомендации альтернативных путей решения проблем.

Ключевые слова: парковочное пространство, парковки, дорожно-транспортная схема, места хранения автомобилей, реконструкция, градостроительная ситуация

Практика градостроительного проектирования в нашей стране сложилась в условиях малой автомобилизации населения страны, в условиях существенного отставания развития улично-дорожной сети от темпов роста. Сегодня при уровне автомобилизации, превысившем прежнюю прогнозную норму (по генеральным планам, выполненным в 1970-е гг. с перспективой до 2005 г.), повсеместно наблюдается исчерпание пропускной способности улично-дорожной сети и провозной способности общественного транспорта.

В Удмуртии особенно остро проблема с автотранспортом стоит в Ижевске и его пригородной зоне. Проектные предложения Генерального плана 2006 г., детализированные в Плане реализации, по итогам 4 лет (2006–2010) в части улично-дорожной сети исполнены частично даже для предусмотренных объемов реконструкции [1]. За этот же период времени стабилизирован объем жилищного строительства, осуществляются государственные программы по утилизации старых автомобилей, стимулируются автокредиты – уровень автомобилизации растет, а дорожное строительство не развивается.

Уровень автомобилизации жителей Ижевска таков, что на каждую тысячу жителей Ижевска сегодня приходится 243 автомобиля. По данным управления ГИБДД, сегодня в Ижевске на учете стоят 140 тысяч легковых автомобилей. Ежедневно в центральную часть города приезжают сотни автомобилистов, которые оставляют свои машины на улицах и тем самым создают помехи движению других автомобилей, в том числе общественного транспорта [1].

Актуальным становится вопрос решения острых проблем парковочного пространства и, как следствие, решения проблемы нарушения правил парковки. Необходимо изменить данную ситуацию и освободить улицы и дворы от неправильного припаркованного транспорта путем создания упорядоченного парковочного пространства, строительства обустроенных парковок.

Нельзя не отметить, что порядок организации парковки на придомовой территории прописан еще на стадии проектирования многоквартирных домов. Проектом предусматриваются правила расположения парковочных мест, которые регламентированы положениями СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Так же правила размещения автомобилей на придомовой территории определены ПДД, которыми регламентированы места, где парковка вообще запрещена [2]. Но данных правил, норм, рекомендаций недостаточно для урегулирования вопроса о размещении автомобилей, которые в свою очередь не приносили бы дискомфорт, как движущемуся транспорту, так и пешеходам.

Это связано с малой изученностью данного вопроса. На сегодняшний день существующие градостроительные нормы проектирования не удовлетворяют современным требованиям парковочного пространства:

1. нехватка площадей для организации постоянного хранения автомобиля;
2. дефицит площадей для организации временного хранения транспорта;
3. труднодоступность парковочных мест для постоянного хранения.

А также наблюдается повсеместное нарушение правил дорожного движения:

1. парковка в зоне действия дорожных знаков, запрещающих стоянку и остановку, что приводит к вынужденному перестроению автомобилей;
2. парковка в зоне перекрестков и пешеходных переходов, вследствие чего подвергается безопасность пешеходов;
3. парковка в зоне остановок общественного транспорта, которая вынуждает высаживать пассажиров на проезжей части;
4. парковка с занятием двух полос движения.

Отсутствуют организованные стояночные места, вследствие чего автотранспортом заполнены дворы, газоны, детские площадки. Недостаток доступных мест постоянного хранения автомобилей влияет на безопасность жизнедеятельности населения, сохранность автомобиля и его технического состояния, на безопасности движения и на экологическую безопасность городской среды, связанную с хранением автомобилей на тротуарах, газонах.

Обратившись к опыту проектирования зарубежных стран, уровень автомобилизации которых намного выше, было выявлено много работ и авторов, занимавшихся решением данной проблемы. Этим вопросом занимались K. Button, R. Arnott и J. Rowse, A. Glazer ,Shoup, IBM Global Parking Survey.Основной причиной нарушения правил стоянки они так же считают резкий рост численности парка индивидуальных автомобилей, а также строительство городов при более низкой автомобилизации. [3]

Основными методами по урегулированию данной проблемы зарубежных исследований являются:

1. создание парковочных мест на цокольном этаже и ниже;
2. зонирование городской среды, предполагающее ограниченный въезд в центр города личного автотранспорта [4];
3. создание перехватывающих парковок [5];
4. «районы с выгодными парковками» (это парковка, оплата за которую должна быть потрачена на благоустройство района, а не попадать в бюджет городского фонда);
5. использование существующих парковочных площадей под многоуровневые паркинги.

Сопоставив данную проблему нехватки парковочных мест и способы ее решения, опираясь на зарубежный опыт проектирования и учитывая норматив-

ные акты РФ, следует разработать теоретическую модель реконструкции сети планировочной мест, разработки проектов различных вариантов автомобильных стоянок(подземных, наземных, надземных, комбинированных) для различных градостроительных условий, обеспечивающих как кратковременное, так и длительное хранение автомобилей.

Список литературы

1. *Рябова Р.Х.* Всеобщая АВТОмобилизация: градостроительный аспект / Н. Володских, А. Журавлева, Р. Ибрагимова, Л. Ситдикова, И. Прохорова, М. Раевская // Промышленная и экологическая безопасность. – 2010. – № 10. – С. 48.
2. *Блинкин М.Я.* К чему приведет платный въезд в центр Москвы [Электронный ресурс] // Forbes [Сайт]. – Дата размещения: 20.10.2010. – URL: http://www.forbes.ru/ekonomika-column/avtomobili/58501-k-chem-privedet-platnyi-vezd-v-tsentr-moskvy (дата обращения: 22.04.2016).
3. *Shoup D.* The High cost of free parking // Journal of Planning Education and Research. – 1997. – № 17 (1). – P. 4.
4. *Glazer A.* // Regional Science and Urban Economics. – 1992. – № 22. – P. 122.
5. *Arnott R., Rowse J.* Modeling parking // Journal of urban economics. – 1999. – № 45 (1). – P. 26.

Султанова В.М., студент, e-mail: venemara@mail.ru;
Тайбахтина П.А., студент, e-mail: tayizh@rambler.ru;
Пудов И.А., к.т.н., доцент, e-mail: PudovIA@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние пластификаторов и углеродсодержащих дисперсных систем на физико-механические свойства цементного раствора

Аннотация. В данной работе рассмотрено влияние гомогенизированной суспензированной сажи на физико-механические характеристики цементного раствора, набирающего прочность в нормальных условиях твердения. Введение высокодисперсных материалов в состав цементной композиции приводит к повышению прочности материала. Для достижения комплексного влияния на свойства как цементсодержащих затвердевших композиций так и на их растворы, следует добавлять пластифицирующие добавки, которые, за счет снижения воды затворения, позволяют получить менее пористую структуру цементного камня, что так же приводит к увеличению прочности цементных бетонов. В исследовании рассматривались два комплекса добавок, включающих гиперпластификатор на основе эфиров поликарбоксилатов "Ethacryl HF" в первом случае и суперпластификатор на основе сульфированных натриевых солей МС РАПИД 115-2 – во втором. В обоих случаях в качестве углеродсодержащей системы применялась суспензированная сажа торговой марки "Palizh".

Результаты проведенных испытаний показали, что введение первого комплекса добавок приводит к увеличению физико-механических характеристик цементного раствора. Результаты испытаний образцов с содержанием второго комплекса добавок не выявили явного эффекта от их применения и находились в пределах экспериментальной погрешности.

Ключевые слова: портландцемент, гиперпластификатор, суперпластификатор, сажа, прочность

Следствием развития инженерной мысли в современном строительстве является появление уникальных зданий и сооружений, которые предполагают использование более прочных строительных материалов, способных выдерживать высокие нагрузки, в том числе и в агрессивных средах. Для таких условий наиболее эффективным материалом был и остается бетон на основе портландцемента и его производные.

С развитием отрасли строительной химии, для решения задач повышения прочности бетонов, в настоящее время, прибегают не к увеличению содержания вяжущего, а к применению специальных модифицирующих добавок или их комплексов. Одним из типов таких модифицирующих компонентов являются ультрадисперсные системы, размерность частиц которых составляет от 100 до 300 нм. Формирование композита на основе портландцемента с различными типами и комбинациями модификаторов, приводит к изменениям физико-механических характеристик, которые отличаются гарантированными показателями надежности [1–2].

Целью проведенных исследований является оценка влияния углеродосодержащей дисперсной системы в сочетании с пластифицирующими добавками разной природы на прочностные свойства цементного раствора.

При проведении экспериментальной части исследования применялись следующие материалы: портландцемент – ЦЕМ II/А-Ш 32,5Б (ОАО «Горнозаводскцемент») в соответствии с ГОСТ 31108-2003; суперпластификатор – МС РАПИД 115-2 (MC-Bauchemie) по ТУ 5745-080-51552155-2011; гиперпластификатор поликарбоксилатный ПАВ (эфир поликарбоксилата) марки Ethacryl HF (производства Coatex); суспензированная сажа (ООО «Новый Дом» торговой марки «Palizh») в соответствии с ТУ 2316-001-49630959-02; песок речной в соответствии с ГОСТ 8736-93.

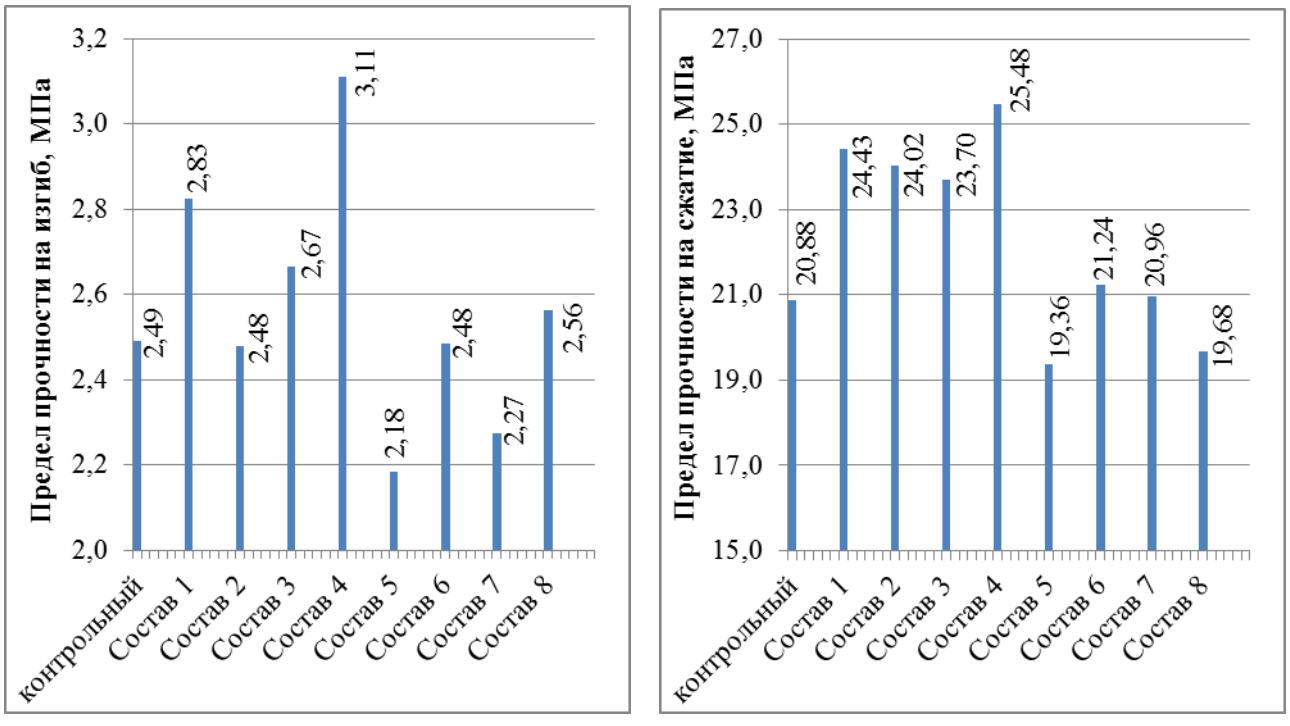
Испытания на определения марки по прочности на изгиб и сжатие проводились согласно ГОСТ 30744-2001. Для этого были изготовлены по три образца-балочки на каждый состав с размерами 40х40х160 мм в соответствии с ГОСТ 310.4-81. Применяемые в исследовании составы приведены в таблице.

Приготовление цементного раствора происходило в три этапа: первый этап – к воде затворения добавляли минеральные добавки и размешивались до получения однородного цвета; второй этап – в металлической чаше перемешивался портландцемент с речным песком до получения однородной массы; третий этап – вода затворения с минеральными добавками вливалась в цементно-песчаную смесь и перемешивалось в течение 5 минут до получения однородной пластичной массы. Полученное тесто укладывалось в металлические формы и

уплотнялось в течение 2 минут на встряхивающем столике. Через 48 часов образцы распалубливались и помещались в ванну с дистиллированной водой, где выдерживались до достижения ими возраста 28 суток. После проводились испытания на определение предела прочности на изгиб и сжатие при помощи гидравлического пресса ПГМ100-МГ4. Результаты приведены в виде гистограмм на рисунке.

Таблица. **Составы цементных растворов для определения физико-механических характеристик из расчета массы вяжущего равного 400 г.**

№ состава	В/Ц	Портланд-цемент:песок	Осадка конуса, мм	МС РА-ПИД 115-2, %	Ethacryl HF, %	Суспензированная сажа, %
Контрольный	0,46	1:3	106–115	–	–	–
1	0,34			–	2,5	0,005
2	0,34			–	2,5	0,001
3	0,41			–	0,5	0,005
4	0,41			–	0,5	0,001
5	0,41			2,0	–	0,005
6	0,41			2,0	–	0,001
7	0,44			0,5	–	0,005
8	0,44			0,5	–	0,001



а *б*

Рис. Гистограмма результатов предела прочности образцов-балочек: на изгиб (*а*); на сжатие (*б*)

Обработка экспериментальных данных и анализ полученных результатов показал, что оптимальным составом является мелкозернистый бетон содержащий 0,5 % поликарбоксилатного гиперпластификатора Ethacryl HF и 0,001 % суспензированной сажи от массы портландцемента (состав 4). При этом прочность на изгиб экспериментального состава бетона увеличилась на 25 %, прочность на сжатие – на 22 % относительно значений контрольного образца. В общем виде, комбинация углеродной сажи и высокоэффективного гиперпластификатора Ethacryl HF в рассматриваемых в данном исследовании диапазонах концентраций, способны повышать прочность на сжатие в среднем на 13,5 %. С точки зрения критической оценки факторов влияющих на прочность цементсодержащих композиций, а именно В/Ц отношение, следует отметить, что добавка углеродной сажи в сочетании с Ethacryl HF во многом нивелирует фактор В/Ц отношения. Это отражается в незначительных отличиях фактической прочности экспериментальных образцов составов 1, 2, 3, в которых В/Ц ниже контрольного состава на 10–25 %. Оценка совместной работы суспензированной сажи и суперпластификатора МС РАПИД на основе сульфированных натриевых солей не показала значительных изменений прочностных показателей. Максимальное значение прочности на изгиб, равное 2,6 МПа, показал экспериментальный образец, содержащий в своем составе 0,5 % суперпластификатора и 0,001 % сажи (состав 8), что всего на 3 % выше контрольного образца. Однако на сжатие наибольшее значение наблюдается у образца включающий в себя 2,0 % суперпластификатора и 0,001 % углеродной сажи (составом 6). Данные результаты с точки зрения статистической обработки полученных данных находятся в пределах погрешности эксперимента. Возможно, это связано с другим механизмом образования пластифицирующего эффекта добавки МС РАПИД в сравнении с гиперпластификатором Ethacryl HF в цементных системах (электростатический и стерический). В данной комбинации добавок, углеродные частицы в виде сажи выступают в качестве нежелательных примесей в цементных композициях, которые в том числе способны снижать физико-механические свойства бетонов на основе цемента.

Таким образом, при концентрации суспензированой сажи «Palizh» 0,001 % и поликарбоксилатного гиперпластификатора Ethacryl HF 0,5 %, достигаются максимальные показатели прочности на изгиб и сжатие.

Список литературы

1. *Гусев Б.В.* Развитие нанонауки и нанотехнологий // Промышленное и гражданское строительство. – 2007. – № 4. – С. 45–46.
2. *Фаликман В.Р.* Об использовании нанотехнологий и наноматериалов в строительстве [Электронный ресурс] // Нанотехнологии в строительстве: научный Интернет-журнал. – 2009. – № 1. – С. 24–34. – URL: http://nanobuild.ru/ru_RU/journal/Nanobuild_1_2009_RUS.pdf (дата обращения: 23.03.2016).

Тайбахтина П.А., студент, e-mail: tayizh@rambler.ru;
Султанова В.М., студент, e-mail: venemara@mail.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние различных гипер- и суперпластификаторов на реологические свойства цементного теста

Аннотация. В данной статье рассмотрено влияние поликарбоксилатного гиперпластификатора (ПГП) Ethacryl HF и суперпластификатора на основе сульфированных натриевых солей (ССП) МС РАПИД 115-2 совместно с суспензированной сажей (СС) на реологические свойства цементного теста. В ходе исследований были проведены испытания по определению нормальной густоты и сроков схватывания цементного теста.

Большинство пластификаторов, применяемых в цементных системах, способны оказывать два типа воздействия: пластифицирующее и водоредуцирующее. В первом случае происходит увеличение подвижности бетонных и растворных смесей при сохранении водоцементного отношения (В/Ц), во втором случае за счет эффекта водоредуцирования возможно значительно снизить В/Ц при сохранении заданной подвижности.

Пластификация цементсодержащих смесей достигается за счет снижения поверхностного натяжения и внутреннего трения жидкой и твердой фазы растворов, при добавлении в воду небольшого количества поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые лежат в основе большинства пластификаторов. Это способствует более равномерному распределению воды в теле бетона, уменьшению вязкости цементного теста, а также сглаживанию частиц вяжущего. Длительность пластифицирующего эффекта, главным образом, зависит от состава и строения молекул используемых пластификаторов и от принципов их действия.

Проведенные испытания показали, какое влияние на реологические свойства цементного раствора оказывают ПГП Ethacryl HF и ССП МС РАПИД 115-2. Также было определено, что суспензированная сажа на сроки схватывания цементного теста не влияет.

Ключевые слова: портландцемент, гиперпластификатор, суперпластификатор, сажа, нормальная густота, сроки схватывания

Портландцемент получил широкое применение в строительстве, однако он имеет ряд недостатков. Снизить эти недостатки или придать специальные свойства материалу возможно за счет применения добавок различной природы. Существует обширный диапазон модифицирующих добавок. При выборе добавок важно учитывать влияние на свойства вяжущего, эффект от их совместной работы. Химические добавки оказывают воздействие на технологию изготовления бетона и регулирование его свойств. Среди различных химических добавок, используемых в строительстве, можно выделить пластификаторы. Пластификация смеси на основе цемента достигается за счет снижения поверхностного натяжения и внутреннего трения при добавлении в воду небольшого количе-

ства ПАВ, это способствует более равномерному распределению воды в цементном растворе, уменьшению вязкости цементного теста [1].

На поверхности цементных зерен, вследствие адсорбции молекул пластификатора замедляется процесс гидратации минералов портландцементного клинкера. Цементная смесь становится подвижней в результате того, что вокруг частиц твердой фазы формируется тонкая пленка, которая уменьшает трение [2].

Пластификаторы придают раствору водоредуцирующую способность, что повышает показатели прочности, морозостойкости, водонепроницаемости и долговечности.

В статье рассматривается влияние гиперпластификатора Ethacryl HF и суперпластификатора РАПИД 115-2 совместно с суспензированной гомогенизированной сажей производства Palizh на реологические свойства вяжущего.

К реологическим свойствам относятся испытания по определению консистенции и сроков схватывания цементного теста. Водопотребность цементного вяжущего характеризуется показателем «нормальной густоты». Испытания по определению нормальной густоты цементного теста проводились по ГОСТ 310.3-76. В таблицах 1 и 2 приведены результаты испытаний. На графике (рис. 1) представлена зависимость количества воды, необходимой для придания цементному тесту нормальной густоты, от концентрации пластификатора в вяжущем.

Таблица 1

Концентрация Ethacryl HF, % от Ц	**Количество воды затворения от массы вяжущего, %,**	**Начало схватывания, мин.**	**Начало схватывания по ГОСТ 310.3-76, мин.**	**Конец схватывания, мин.**	**Конец схватывания по ГОСТ 310.3-76, мин.**
0,0	26,0	93	Не ранее 45	183	Не позднее 240
0,5	22,75	114	Не ранее 45	314	Не позднее 240
1,0	21,0	211	Не ранее 45	341	Не позднее 240
1,5	20,25	235	Не ранее 45	312	Не позднее 240
2,0	19,5	218	Не ранее 45	304	Не позднее 240
2,5	19,25	165	Не ранее 45	294	Не позднее 240

Таблица 2

Концентрация МС РАПИД 115-2, %	**Количество воды затворения от массы вяжущего, %,**	**Начало схватывания, мин**	**Начало схватывания по ГОСТ 310.3-76, мин**	**Конец схватывания, мин**	**Конец схватывания по ГОСТ 310.3-76, мин**
0,0	26,0	93	Не ранее 45	183	Не позднее 240
0,5	24,5	50	Не ранее 45	242	Не позднее 240
1,0	24,0	55	Не ранее 45	199	Не позднее 240
1,5	23,5	88	Не ранее 45	189	Не позднее 240
2,0	23,0	37	Не ранее 45	204	Не позднее 240

Технологичность вяжущего при его применении в производстве смесей на основе цемента характеризуется сроками схватывания, которые влияют на сохраняемость подвижности. Под сроками схватывания понимают скорость и особенности протекания гидратационных процессов.

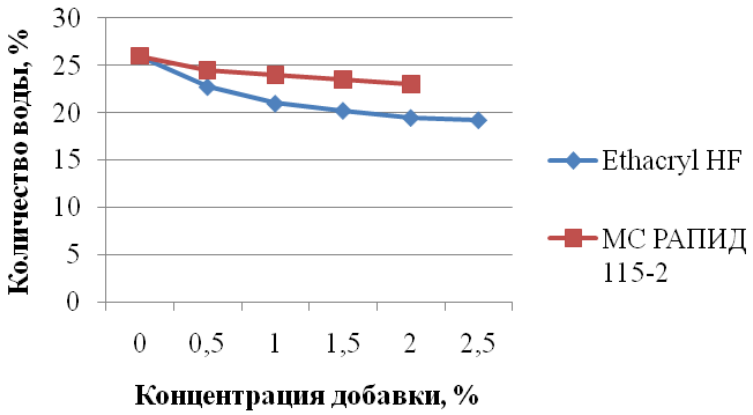


Рис. 1. Зависимость количества воды в смеси от процентного содержания добавки от массы вяжущего

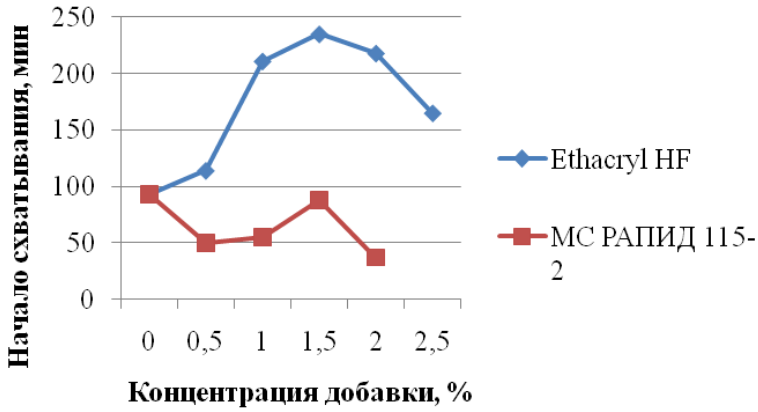


Рис. 2. Изменение начала схватывания смеси в зависимости от процентного содержания добавки от массы вяжущего

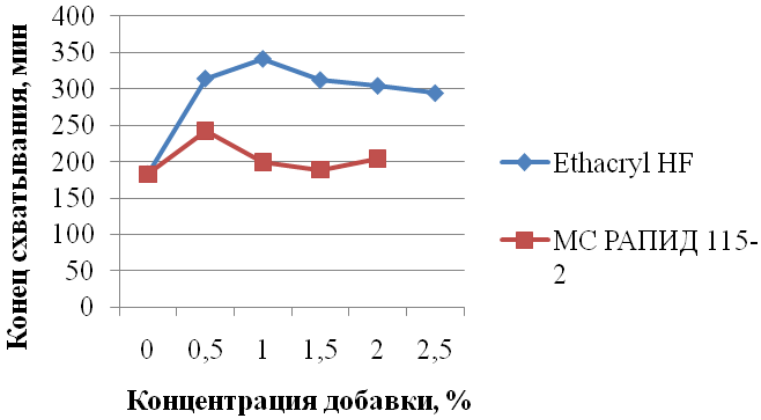


Рис. 3. Изменение конца схватывания смеси в зависимости от процентного содержания добавки от массы вяжущего

Зависимости сроков схватывания от дозировок ПГП и ССП представлены на рис. 2, 3.

Из полученных данных (рис. 2, 3) следует, что время начала и конца схватывания цементного раствора, модифицированного гиперпластификатором Ethacryl HF, увеличивается в сравнении с контрольными показателями. При этом начало схватывания продлевается на 22,6–152,7 %, а конец схватывания – на 60,6–86,3 % в зависимости от количества вводимой добавки от массы вяжущего. Объясняется это тем, что молекулы Ethacryl HF обволакивают гранулы вяжущего при затворении водой, что приводит к увеличению количества частиц с отрицательным зарядом и между ними возникает электростатическое отталкивание, в свою очередь, это улучшает водоредуцируемость раствора. Наличие в растворе гиперпластификатора Ethacryl HF способствует более рациональному перераспределению воды затворения между частицами портландцемента, что позволяет смеси достичь требуемой удобоукладываемости при низком водотвердом отношении. Это снижает капиллярную пористость цементного композита и, как следствие, обеспечивает повышенные показатели прочности и долговечности.

Применение гиперпластификаторов в составах сухих строительных смесей при равном водоцементном соотношении приводит к увеличению подвижности строительных растворов в сравнении с контрольным бездобавочным составом. Разная длительность пластифицирующего эффекта при прочих одинаковых условиях, главным образом, зависит от строения молекул используемых пластификаторов и их принципов действия.

Исследования показали, что добавление в цементное тесто МС РАПИД 115-2 приводит к уменьшению начального срока схватывания по сравнению с началом схватывания контрольного образца. Однако при добавлении пластифицирующей добавки в количестве 1,5 % от массы вяжущего происходит увеличение данной характеристики. Это объясняется тем, что добавка содержит соли, которые при введении их в цементное тесто в таком количестве замедляют сроки схватывания. Добавление МС РАПИД 115-2 приводит к увеличению времени конца схватывания, но этот показатель остается в пределах нормы ГОСТ 310.3-76.

В ходе исследования выявлено, что включение в состав смеси на основе портландцемента суспензированной сажи в размерах 0,005 и 0,001 % от массы вяжущего на реологические свойства смеси не влияет.

В статье обоснована целесообразность использования добавок Ethacryl HF и МС РАПИД 115-2 для регулирования реологических свойств растворов на основе портландцемента.

Список литературы

1. *Изотов В.С.* Химические добавки для модификации бетона: монография / В.С. Изотов, Ю.А. Соколова. – М.: Казанский Государственный архитектурно-строительный университет: Издательство «Палеотип», 2006. – 244 с.

2. *Федосов С.В.* Мелкозернистый бетон на механомагнитоактивированной воде с добавкой суперпластификатора // Вестник МГСУ. – 2012. – № 5. – С. 120–127.

Тронина Е.А., студент, e-mail: katy.tea@yandex.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Реконструкция поселковых общественных центров

Аннотация. Статья посвящена исследованию и изучению закономерностей организации архитектурно-пространственной композиции поселковых общественных центров и разработке предложений по их проектированию. Методические исследования основываются на комплексном подходе к объекту исследования, и включает в себя поиск, сбор, проверку и систематизацию исходных данных. Это анализ факторов, которые влияют на образование новой композиции общественных центров, решение о связи между отдельными ячейками, формирование единой модели композиционного решения, разработка методических предложений.

Предполагаемый результат исследования по реконструкции поселковых общественных центров – найти наиболее функциональную и рациональную схему поселка, учесть генеральный план со всеми изменениями функциональных, транспортных и социальных схем. Определить систему развития общественных центров, опираясь на ограничения планировочного состава.

Ключевые слова: общественный центр, реконструкция, методические предложения, проектирование, общественная зона

Современные поселки представляют собой постоянно развивающийся сложный организм, изменение которого служит основой для принятия основных решений при реконструкции существующей застройки. В настоящее время существует множество концепций и подходов осуществления тех или иных проектных решений при реконструкции территориального зонирования общественных центров.

В отрасли градостроительства и архитектуры это вытекает в целую проблему усовершенствования поселков до благоустроенных городского типа – улучшение композиционной и функциональной системы планировки, устранение недостатков в застройке общественного центра.

Как видно, архитектурно-планировочная структура поселков нуждается в значительной модернизации, начиная с генерального планирования и пересмотра территориального до планирования местного характера микрорайонов.

Научная новизна данного исследования заключается в последующем улучшении архитектурного образа поселковых общественных центров в целом, исходя из современных требований, развитие комплексных форм осуществления общественной, идеологической и культурной активности жителей поселка.

Результаты исследований позволят приподнять качество проектной планировки и застройки поселков благодаря предложенным методам сбора и классификации ландшафтных и градостроительных характеристик площадки строительства, их активного использования в процессе проектирования, что создаст обоснованные тенденции для органической интеграции проектного решения со средой и организации комплексного облика общественного центра.

Задачами данного исследования для раскрытия реальной потребности в её изучении и необходимости выработки практических рекомендаций является:

1. Анализ существующего опыта проектирования, связанного с комплексной застройкой поселков, участвующих в эксперименте их планирования с учетом всех изысканий.

2. Анализ проблематики данной темы в существующих поселках, выявление ключевых факторов, влияющих на нее, объединение полученных данных в единый комплекс. Исходя из результатов, сделать соответствующие выводы по решению вопроса.

3. Поиск наиболее функциональной и рациональной схемы поселка и планирование генерального плана со всеми изменениями функциональных, транспортных и социальных схем. Определение системы развития поселковых общественных центров.

По темпам роста населения поселки можно подразделить на несколько групп. К ним относятся поселки комплексного развития, ограниченного развития, поселки со стабильной численностью и поселки, которые со временем теряют население. Каждый такой населенный пункт сталкивается с такой проблемой как существующая исторически сложившаяся территория. Такая проблема требует особого подхода в решении вопросов планировочной организации, формирование системы центров, определение нового объема строительства и основных задач по реконструкции поселка [1].

Если разбирать каждую группу в отдельности и выявить основные характерные черты сложившейся застройки можно определить систему развития поселковых общественных центров и дать предложения по методике их проектирования.

Под общественным центром понимается комплекс основных общественных зданий, объединенных в единую планировочную и архитектурно-пространственную систему, в пределах которой население может удовлетворить многообразные культурные и бытовые потребности. Численность населения поселка, значение поселка и его перспективы развития определяют состав зданий, формирующих общегородской центр. Территория центра разделяется по функциональным зонам, соответствующим группам учреждений. Можно выделить зоны учреждений культурно-просветительного, административного и торгового назначения [2].

Главной из особенностей, которую нельзя не отметить, является вес пешеходных и транспортных связей в планировании сети организации поселка. Для рассредоточенного размещения общественных центров внутрипоселковый транспорт имеет место только в том случае, когда радиус доступности места

приложения труда превышает 1–1,5 км. Такой фактор влияет на большинство новых поселков, имеющих компактную форму плана. При компактной планировке и при нормативной плотности застройки радиус доступности общественных центров поселков до десяти тысячи жителей включительно находится в пределах 500 м [2].

Если общественная зона рассредоточена, то при реконструкции территории зон общественных центров прибегают к группировке отдельных элементов, которые будут составлять единый центр, либо к взаимосвязи тех самых центров за счет зелёного каркаса. Например, такая схема подходит лишь для поселков с населением свыше десяти тысяч жителей. Для маленьких поселков было бы целесообразно оставить небольшой состав функциональных зон в пределах единой общественной зоны.

Для грамотного и функционально обоснованного зонирования необходимо изначально предусмотреть объекты нового строительства. Например, для поселков с ограниченным приростом населения было бы рентабельно в первую очередь строительство общественного поселкового центра с выделением из его состава части учреждений повседневного обслуживания и размещение их в новых жилых комплексах на последующих этапах строительства, также возведение на вспомогательной территории центра зданий для недостающих учреждений обслуживания. Что касается поселков с комплексным развитием, то тут все наоборот – строительство в массивах первоочередной застройки центров повседневного обслуживания, которые временно принимают на себя отдельные функции общепоселкового центра, и возведение во вторую очередь строительство общественно-культурного центра [3].

При реконструкции поселковых общественных центров, опираясь на композиционные приемы решения, необходимо определить какие из градостроительных условий диктуют направление методов проектирования.

В первую очередь играет роль площадь, конфигурация и рельеф участка. Его положение относительно главных поселковых магистралей, характер окружающей архитектуры и т.д. Выбор композиции во многом зависит от участка местности. Это может быть фронтальная композиция, глубинная или островная.

Во вторую очередь, это может быть количество уже имеющихся объединенных учреждений. Также на композиции поселка отражается рост населения, который влияет на функциональную схему организации комплексов общественных зон.

В-третьих, играет роль отсутствие или же наоборот индустриальной основы, которая определяет первоочередность строительства зданий и сооружений.

Нельзя не отметить такой фактор, как климатические условия района реконструкции. Например, в разных условиях юга или севера есть свои требования к инсоляции, вентиляции, связь здания с окружающей средой и т.д.

При поиске основных условий, влияющих на дальнейшие предлагаемые методы реконструкции, необходимо провести анализ общественных центров существующих поселков. Исходя из отечественного и зарубежного опыта проектирования, можно выделить основные сложившиеся композиционные схемы

ансамбля культурно-административных и торговых комплексов: объединение зданий вокруг общего хозяйственного двора, расположение зданий вдоль главных магистралей поселка, центральная часть населенного пункта в виде главной пешеходной улицы, организация зданий вокруг открытой пешеходной площади, единое здание простой или сложной конфигурации.

Подводя основные практические выводы, хотелось бы еще раз подчеркнуть актуальность данной тематики в современном обществе. В условиях меняющегося социального состава, роста образования, культуры и общественно-политической деятельности поселкового населения общественные центры приобретают все большее социальное и градостроительное значение, превращается в главный акцент социально-культурного потенциала группы населенных мест.

Опираясь на выше сказанные условия, проблемы и опыт проектирования общественных центров можно выделить основные варианты дальнейшего развития методических предложений:

1. Создание силуэта поселка, подчеркивая территорию общественного центра.

2. Формирование элемента территориальной зоны поселка с заострением внимания на общественном центре.

3. Организация пространства улицы с выделением взаимосвязи отдельно стоящих общественных зданий с ядром центра.

4. Формирование единого комплекса общественных зданий с каждым направлением подхода к центру.

В дальнейшем процесс разработки методических предложений по проектированию позволит на основании изучения полученных первичных материалов обусловить композиционные решения на каждом этапе процесса проектирования, перед началом самого процесса – определить свойственные им точки с каждого подхода к центру и с помощью этих методов отобразить характер окружения. Благодаря этому, будет складываться ясное представление о возможных средствах решения композиционных задач, также будут учтены реальны ограничения, обусловленные такими факторами, как функциональные, гигиенические и экономические [4].

Предложения по методическому проектированию композиции общественных центров могут быть задействованы как при проектировании новых объектов строительства, так и при реконструкции существующих поселков.

Список литературы

1. *Боровицкий Э.С.* Общественные центры северных населенных мест. – Л.: Стройиздат, Ленинградское отделение, 1975. – 84 с.
2. *Иконников А.В., Степанов Г.П.* Основы архитектурной композиции. – М.: Искусство, 1971. – 224 с.
3. Рекомендации по проектированию комплексов общественных центров поселков городского типа / ЦНИИЭП учебных зданий. – М.: Стройиздат, 1984. – 95 с.

4. *Притыкин В.П.* Вопросы взаимосвязи композиции общественных центров сельских поселков и природного ландшафта. Автореферат диссертации канд.архит. – М.: 1978.

Хорошавина Е.В., магистрант, e-mail: elen1marta@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Методика преобразования зданий кинотеатров, построенных во второй половине XX века

Аннотация. Здания предоставления киноуслуг, построенные после 1950-го года, во многом морально и физически устарели, как во внешнем и внутреннем облике, так и качеством аппаратуры и предоставляемых услугах. Кинотеатры приспосабливают для новых нужд, перестраивают, сносят, хотя многие из них являются яркими образцами новаторской, экспериментальной архитектуры своего времени, но охранный статус получили единицы из них.

Автономные здания кинотеатров являются неотъемлемой частью городской среды и их территория рассматривается как потенциальный резерв для дальнейшего развития культуры города. Необходимо переосмыслить современное функциональное наполнение данных мест. В зависимости от района и места размещения в городе, могут меняться элементы инфраструктуры кинотеатра для обеспечения жителей различными культурными и досуговыми услугами. Для этого может потребоваться проведение модернизации или реконструкция здания.

В статье рассмотрена методика реконструкции или модернизации конкретного здания кинотеатра, построенного во второй половине XX века, которая разделена на четыре основных этапа:

1. Определение вида кинотеатра по его размещению в градостроительной ситуации.
2. Определение контекста городской застройки.
3. Выявление конструктивных параметров здания и несоответствия современным требованиям.
4. Выбор объемно-пространственного или архитектурно-планировочного преобразования в соответствии с новым функциональным зонированием.

Вопрос сохранения и дальнейшего использования остовов кинотеатров является важным для развития социально-культурного разнообразия.

Ключевые слова: фонд кинотеатров, кинотеатры второй половины XX века, реконструкция и модернизация кинотеатров

После распада СССР, в последние десятилетия можно наблюдать, как все больше советские кинотеатры оттесняются за рамки культурной жизни городов, превращаясь в маргинальные, полузаброшенные остовы. Построенные когда-то по первому слову техники, теперь они уже не могут функционально соответствовать новым требованиям. Ценность архитектурного решения киноте-

атров второй половины XX годов зачастую общественностью не воспринимается, в отличие, к примеру, от театров и концертных залов того же периода. Во многом такое отношение связано с узко практическим подходом к зрелищным сооружениям этого типа, с повседневной, не элитарной ролью кинематографа в современной культуре. [1]

Для того, чтобы сохранить существующий фонд кинотеатров, необходимо переосмыслить современное функциональное наполнение данных мест. В зависимости от района и места размещения в городе, могут меняться элементы инфраструктуры кинотеатра для обеспечения жителей различными культурными и досуговыми услугами. Для этого может потребоваться проведение модернизации или реконструкция здания.

Методика реконструкции или модернизации конкретного здания кинотеатра, построенного во второй половине XX века, содержит следующие этапы:

1. Определение вида кинотеатра по его размещению в градостроительной ситуации.

2. Определение контекста городской застройки.

3. Выявление конструктивных параметров здания и несоответствия современным требованиям.

4. Выбор объемно-пространственного или архитектурно-планировоч-ного преобразования в соответствии с новым функциональным зонированием.

1 этап. Определение вида кинотеатра по его размещению в градостроительной ситуации

Для выбора направления преобразования здания, необходимо начать с определения района размещения. Можно выделить три основных вида кинообслуживающих мест по градостроительному расположению:

- микрорайонные кинотеатры;
- центральные кинотеатры;
- многофункциональные развлекательные комплексы.

Кинотеатр каждого вида имеет индивидуальный состав своей публики и работает по своей схеме потоков зрителей.

Небольшие микрорайонные кинотеатры должны быть расположены в спальных районах и обслуживать население близлежащей застройки. Около 75 % зрителей приходят в такие кинотеатры из дома пешком, при этом затрачивают на дорогу максимум 15 минут. Основные посетители – учащиеся, семьи, активные люди пенсионного возраста. Зрительская аудитория достаточно постоянна и составляет около 3/4 всей публики.

Кинотеатры микрорайонов не обладают притягательными преимуществами центра города, но из-за близкого расположения к месту жительства они могут быть настоящими «домашними» семейными кинотеатрами, клубами для общения, куда можно приходить всей семьей, встречаться и общаться с друзьями, или просто отдохнуть после работы. По сравнению с кинотеатрами центра, они должны быть уютнее, комфортнее по возможности общения посетителей между собой.

Исходя из особенностей микрорайона, индивидуальных характеристик объекта, состава целевой аудитории и запросов местных жителей, будет меняться формат каждого кинотеатра и его наполняющие функции. Анализ особенностей современного функционирования кинотеатров показал, что киноцентр микрорайонного масштаба нуждается в сопровождении культурно-досуговыми зонами в своем составе, то есть кинозалы должны быть в составе многофункционального комплекса. В составе таких центров помимо кинопоказа могут располагаться спортивно-оздоровительные, культурно-просветительские, культурно-развлекательные, обучающие и развивающие детские помещения. В целом, комплекс должен быть ориентирован на людей всех возрастов, чтобы стать центром притяжения микрорайонного масштаба.

Центральные кинотеатры расположены в культурном или деловом центре, в оживленных «прогулочных» районах. Эти кинообслуживающие места должны обладать оригинальным, тематическим репертуаром и быть ориентированным на привлечение жителей всего города, при этом посещение воспринимается как культурное событие. По сравнению с микрорайонными кинотеатрами, центральные не так сильно нуждаются в разнообразии сопутствующих досуговых услуг, так как наполнение зданий в центре такими услугами и так разновидно. Разнообразие публики – калейдоскопично. В такие кинотеатры зрители приходят по пути с работы, из других мест культурного отдыха, либо просто приезжают из другого района. Постоянными посетителями центральных кинотеатров являются только 20 % их аудитории.

Третий вид кинообслуживающих мест – многофункциональные развлекательные и торгово-развлекательные центры, предлагающие разнообразие развлечений и вспомогательных услуг. Территориально они могут находится как центральных районах, так и на окраинах, где аренда не так высока, зачастую входят в состав крупных ТРЦ, и реже расположены в самостоятельных развлекательных комплексах. Такие киноцентры имеют большие площади: количество кинозалов в них от 4 до 16. Охват аудитории подобных комплексов выше и разнообразнее, чем в центральных кинотеатрах, так как они привлекают не только жителей города, но и близлежащее местное население.

2 этап. Определение контекста городской застройки

На данном этапе необходимо провести анализ окружающей застройки:

- выявить к какой функциональной зоне на генеральном плане города относится здание кинотеатра;
- определить наполнение местной инфраструктуры, для исключения повторения предполагаемых функций киноздания;
- проанализировать местное население и выявить потенциальную аудиторию будущих посетителей.

3 этап. Выявление конструктивных параметров здания и несоответствия современным требованиям

Перед определением направления преобразования, нужно провести техническое обследование конструктивных особенностей здания, выявить дефекты

конструкций, их элементов и отделки. Также немаловажным является поиск несоответствий архитектурно-планировочных решений современным требованиям, связанных с функциональным наполнением, противопожарной защитой, градостроительным размещением, санитарно-гигиеническими нормами и доступностью маломобильных групп населения.

В целом, данный этап дает общее представление о физическом и моральном износе здания.

4 этап. Выбор объемно-пространственного или архитектурно-планировочного преобразования в соответствии с новым функциональным зонированием

Для оптимального решения по наполнению реконструируемого кинотеатра, необходимо проводить предпроектные исследования и социологические опросы для максимальной вовлеченности местных жителей. анализ должен концентрироваться на определении удовлетворенности жителей районом проживания, качества существующей инфраструктуры, предложений по наполнению пустующего здания кинотеатра и благоустройства примыкающей территории. По выявленным проблемам должны быть выдвинуты функциональные и пространственные решения по реконструкции и реновации здания.

Сохранение и дальнейшее использование зданий кинотеатров является актуальным для развития социально-культурного разнообразия. В ходе модернизации и реконструкции кинотеатров, так же может решиться вопрос с доступностью маломобильных групп населения к культурным благам, ведь известно, что старые здания, спроектированные по старым нормам, лишены этого аспекта.

Список литературы

1. *Селиванова А.Н.* Поиск образа советского кинотеатра: от опытов ВХУТЕМАСа к типовым проектам 1960-х годов [Электронный ресурс] // Архи.ру [Сайт]. – URL: http://archi.ru/lib/e_publication_for_print.html?id=1850569919 (дата обращения: 25.06.15).

Хузяхметова О.А., аспирант, e-mail: olesya_khy@mail.ru;
Ившина Л.И., канд. арх., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Реновация промышленных предприятий в центральных районах г. Ижевска

Аннотация. В статье обозначена сложившаяся ситуация дефицита жилья и два метода ее решения. Метод экстенсивного развития себя изжил. Для городов-заводов, таких как Ижевск, более предпочтителен метод интенсивного развития за счет внутригородского строительства: земли с неблагоприятными условиями для строительства и территории устаревших промышленных предприятий. Существует ряд основных концепций реновации промышленных объектов. Для Ижевска наиболее приемлема концепция перепрофилирования под коммерческие, жилые и культурные функции. Перевод промышленной недвижимости под жильё имеет, как преимущества так и недостатки, для устранения которых необходимо переходить к перепрофилированию под многофункциональные комплексы, сочетающие в себе торговую, офисную, гостиничную, жилую и другие функции. Такие объекты с одной стороны, позволяют инвесторам минимизировать риски и максимально эффективно использовать полезную площадь земельного участка, с другой стороны важными факторами, определяющими повышенный спрос у потребителей, являются экономия времени и уникальность подобных объектов.

Ключевые слова: интенсивный путь развития, реновация промышленных территорий, многофункциональные комплексы

Основная потребность человека – иметь собственное жильё... Но жилищно-коммунальная инфраструктура в крупных градостроительных образованиях отстает в развитии от роста населения, по этой причине возникает дефицит жилья. Существует два пути решения сложившейся ситуации.

Путь экстенсивного развития (за счет расширения городских территорий для новой застройки) себя исчерпал.

Для г.Ижевска разработан генплан, в котором обозначены границы города, выход за которые невозможен. Поэтому для оптимизации условий функционирования города следует переходить к интенсивным методам градостроительства с ограничением территориального роста городов за счет развития внутригородского строительства, реконструкции и усовершенствования инфраструктуры центральных районов, повышения плотности застройки.

В некоторых городах-заводах, таких как г. Ижевск, значительная часть центральных территорий отчуждена устаревшими предприятиями и площадками с неблагоприятными условиями строительства. Пересмотр практики использования этих территорий и реновация устаревших промышленных предприятий является одним из методов интенсификации градостроительства.

Под термином реновация понимается адаптивное использование зданий, сооружений, комплексов при изменении их функционального назначения. Специфика городов-заводов заключается в том, что градостроительное образование

развивалось от заводов, поэтому они оказались в центральных зонах. В настоящее время произошло снижение эффективности работы значительного числа предприятий, производственной и экономической активности, неэффективно используется общий производственный потенциал – земля, инженерные сооружения, подъездные и транспортные пути (средняя этажность промышленной застройки, как правило, составляет 1–2 этажа, плотность в 2–3 раза ниже нормативной).

Реновация промышленных предприятий приведет к:

1. стабилизации экологической атмосферы.
2. повышению плотности застройки:
   - за счет уменьшения допустимого размера (либо полной ликвидации) санитарно-защитных зон;
   - за счет оптимизации использования внутренних территорий бывших предприятий.

3. формирование исторически преемственного архитектурного облика с сохраненными и вписанными в современную застройку историческими промышленными корпусами.
4. улучшению визуального восприятия городского пространства путем формирования единой архитектурно-пространственной структуры.
5. образование логичной функционально и технологически взаимосвязанной структуры.
6. улучшению социальной атмосферы: развитие общественно-культурных и рекреационных функций.

Существует ряд концепций реновации промышленных объектов с учетом потребностей современного общества:

1. Сохранение и экспонирование уникального оборудования в структуре действующего предприятия (первоначального или нового профиля).
2. Музеефикация. Индустриальные музеи-заповедники.
3. Перепрофилирование промышленной недвижимости под коммерческие, культурные, жилые и смешанные функции.
4. Проект «Наследие индустриальной архитектуры, современная архитектура, новая экономика и высокие технологии во взаимосвязи с экологическим оздоровлением, созданием туристических маршрутов и обеспечением рабочих мест».

Для Ижевска наиболее приемлема 3 концепция. Активно используется метод перепрофилирования промышленной недвижимости под коммерческие функции, пример корпуса бывшего подшипникового завода. Этот метод применим и для решения жилищной проблемы.

Большие резервы по мощности и высота, широкий шаг сетки колонн позволяют разнообразно использовать пространство, при необходимости устраивать промежуточные уровни. Дополнительные возможности открываются при использовании реконструкции различной глубины: надстройка этажей, ман-

сард, реставрация существующих фасадов или ремонт с применением современных облицовочных материалов. Площади легко зонируются, полностью изолированные санузлы, коммуникационные и вентиляционные шахты.

При реновации промышленных предприятий под жилье можно столкнуться с рядом проблем: глубина этажа не обеспечивает естественного освещения помещений в центре здания, а конфигурация такова, что создание атриума невозможно или не даст нужного эффекта, также актуальны вопросы психологического характера. Поэтому целесообразней использование под строительство многофункциональных комплексов с вертикальным и горизонтальным зонированием.

Следует отметить, что рынок недвижимости Ижевска переживает бурный рост. Не смотря на то, что спрос все еще заметно превышает предложение, требования к объектам жилищного строительства возросли. В условиях возрастающей конкуренции преимущественным спросом начинают пользоваться уникальные объекты с грамотно продуманной функциональной структурой. Реалии современного города, перечисленные выше, создают перспективы для развития универсальных многофункциональных комплексов недвижимости. Сочетая в себе торговую, офисную, гостиничную, жилую и другие функции, эти объекты с одной стороны, позволяют инвесторам минимизировать риски и максимально эффективно использовать полезную площадь земельного участка, с другой стороны важными факторами, определяющими повышенный спрос у потребителей, являются экономия времени и уникальность подобных объектов, за счет:

1) улучшение инфраструктуры микрорайонов;

2) создание хорошо контролируемых и безопасных придомовых пространств;

3) упорядочивание стоянок индивидуального автотранспорта;

4) попутная активизация малого и среднего бизнеса среди жителей районов.

Метод реновации позволяет более эффективно использовать промышленные и не застроенные площади, находящиеся в центре города. По этой причине, территории не работающих заводов Удмуртской Республики рекомендуется переводить под многофункциональные комплексы, с учетом сложившейся структуры.

Список литературы

1. *Шепелев Н.П., Шумилов М.С.* Реконструкция городской застройки : Учебн. для строит. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2000. – 271 с.
2. *Маклакова Т.Г.* Проектирование жилых и общественных зданий : Учеб. пособие для вузов / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова, В.Г. Шарапенко. – Под ред. Т.Г. Маклаковой. – М.: Высш. шк., 1998. – 400 с.

Чукунова И.В., студент, e-mail: irina-chukunova@rambler.ru;
Кальтымова С.А., студент, e-mail: 79225213066@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Влияние изменений в государственной кадастровой оценке недвижимости на размер налога на имущества физических лиц

Аннотация. В данной статье рассматриваются новые правила расчета налоговой базы. Порядок определения кадастровой стоимости, а также несовершенства методов оценки недвижимости и обжалование ее итоговой стоимости.

Ключевые слова: кадастровая стоимость, инвентаризационная стоимость, оценка недвижимости, налог на имущество физических лиц, налоговый вычет, корректирующий коэффициент

4 октября 2014 года был принят Федеральный закон № 284-ФЗ, в соответствии с которым Закон РФ от 09.12.1991 № 2003-1 «О налоге на имущество физических лиц» [1] утратил свою силу, а в Налоговый кодекс РФ внесена новая глава (гл. 32) «Налог на имущество физических лиц» [2].

Согласно новым правилам уточнен перечень имущества, признаваемого объектом обложения налогом на имущество физических лиц приведенных в таблице 1.

Таблица 1. **Сравнение перечня налогооблагаемого имущества до и после внесения изменений**

Закон РФ № 2003-1 «О налоге на имущество физических лиц» от 09.12.1991 [1]	**НК РФ гл. 32 «Налог на имущество физических лиц» [2]**
Жилой дом	Жилой дом (жилые строения, расположенные на земельных участках, предоставленных для ведения личного подсобного, дачного хозяйства, огородничества, садоводства, индивидуального жилищного строительства)
Дача	
Квартира	Жилое помещение (квартира, комната)
Комната	
Гараж	Гараж, машино-место
–	Единый недвижимый комплекс
–	Объект незавершенного строительства
Иное строение, помещение и сооружение	Иные здание, строение, сооружение, помещение
–	Не признается объектом налогообложения имущество, входящее в состав общего имущества многоквартирного дома

Ранее налоговая база на имущество рассчитывалась исходя из инвентаризационной стоимости объекта. Сейчас же в соответствии с решением законода-

тельного органа государственной власти субъекта РФ применяется новый порядок исчисления, согласно которому налоговая база определяется в отношении каждого объекта налогообложения как его кадастровая стоимость, указанная в государственном кадастре недвижимости по состоянию на 1 января года, являющегося налоговым периодом (п. 1 ст. 403 НК РФ [2]).

Инвентаризационная стоимость – результат оценки сотрудником БТИ, включающей в себя стоимость материалов и работ с учетом износа и динамики роста цен на строительную продукцию. Площадь квартиры и коммунальные удобства это главный показатель оценки. При этом комфортабельность помещения и расположение здания не учитывают.

Рассмотрим, как изменяется величина налога на имущество физических лиц в связи с изменениями законодательства на примере двухкомнатной квартиры, расположенной в г. Ижевске в районе магазина «Север» площадью 46 м^2. Её инвентаризационная стоимость 300 000 рублей, кадастровая – 1 962 000 рублей.

Налог на имущество физических лиц рассчитывается по формуле:

$$H = (H_1 - H_2) \cdot K + H_2, \qquad (1)$$

где H_1 – налог по кадастровой стоимости, H_2 – налог по инвентаризационной стоимости, K – корректирующий коэффициент.

$$H_2 = 300000 \cdot 0{,}1\% = 300 \text{ руб.}$$

Налогооблагаемая площадь квартиры с учётом вычета (20 м^2) составляет 26 м^2. Стоимость подлежащей налогообложению площади квартиры:

$$C = \frac{1962000 \cdot 26}{46} = 1109000 \text{ руб.},$$
$$H_1 = 1109000 \cdot 0{,}1\% = 1109 \text{ руб.}$$

Такую сумму налога будет уплачивать собственник, начиная с 2020 года.

Законодательством в период с 2015 до 2020 года предусмотрено использование корректирующего коэффициента (K), позволяющего поэтапно увеличивать сумму налога на имущество физических лиц. С учетом корректирующего коэффициента сумма налога за 2015 год составит:

$$H = (1109 \text{ руб.} - 300 \text{ руб.}) \cdot 0{,}2 + 300 \text{ руб.} = 462 \text{ руб.}$$

По объектам, инвентаризационная стоимость которых не превышает 300 000 рублей, сумма налога увеличится. Однако, для объектов стоимостью более 500 000 рублей сумма налога уменьшится по сравнению с действовавшим до 1 января 2015 г. – благодаря введённому законом налоговому вычету (для жилого дома вычет распространяется на 50 м^2 площади, для квартиры – на 20 м^2, для комнаты – на 10 м^2).

Перечень объектов недвижимости размещён на «Официальном сайте Главы Удмуртской Республики и Правительства Удмуртской Республики» [3] и на официальном сайте Министерства имущественных отношений Удмуртской Республики [4].

Всем жителям республики следует проверить кадастровую стоимость своей собственности, внесенную в государственный кадастр недвижимости, чтобы исключить ошибку налогообложения и возможные проблемы при проведении операций с недвижимостью. Пересмотреть кадастровую стоимость можно двумя способами – в судебном или в досудебном порядке. Жители Удмуртской Республики, не согласные с результатами оценки недвижимости, имеют право оспорить кадастровую стоимость своей собственности в суде или в специальной комиссии, созданной при Управлении Росреестра по Удмуртской Республике. Досудебный порядок – это рассмотрение заявлений о пересмотре кадастровой стоимости в специальных комиссиях, созданных в регионах. В Удмуртии такая межведомственная комиссия работает при Управлении Росреестра по Удмуртской Республике. В её состав входят представители Росреестра, Министерства имущественных отношений, кадастровой палаты и член национального совета оценщиков.

С августа 2014 года, когда комиссия начала свою работу, поступило порядка 400 заявлений, из которых лишь 10 % – от физических лиц [5]. В основном это индивидуальные предприниматели, у которых есть коммерческая недвижимость. Судя по анализу всех поступивших заявлений, суммарная величина кадастровой стоимости снизилась с 15 млрд. рублей до 3 млрд., то есть в среднем уменьшилась в 5 раз.

Кадастровая стоимость недвижимости часто может отличаться от рыночной стоимости. По данным специалистов «Поволжского Центра Развития», получаемые показатели кадастровой стоимости лишь в 10 % случаев соответствуют рыночным ценам. Это связано с тем, что процедура оценки происходит массово, без учета индивидуальности каждого объекта: отделка и планировка помещения, наличия вентиляции, кондиционирования или вида из окна.

Рыночная стоимость представляет собой наиболее вероятную цену, по которой может быть совершена сделка с данным объектом в условиях рыночной конкуренции. При формировании рыночной стоимости объекта учитываются как возраст постройки, расположение здания и инфраструктура района, так и внешний вид квартиры и вид из окна, в связи с чем рыночная стоимость помещения, как правило, превышает инвентаризационную. Кадастровая стоимость должна быть максимально приближена к рыночной.

Методы, принятые для определения кадастровой стоимости, могут существенно повлиять на ее величину. Учет при оценке объектов недвижимости таких факторов, как возраст объекта недвижимости, уровень развития инфраструктуры, тип и состояние объекта недвижимости, его месторасположение, площадь, сегмент недвижимости, наличие санузлов, электричества и прочих факторов, позволяет максимально приблизить кадастровую стоимость к рыночной, что позволит более точно рассчитать величину не только налога на имущество физических лиц, но и арендную плату за недвижимость.

Список литературы

1. Закон РФ от 09.12.1991 № 2003-1 «О налоге на имущество физических лиц». – 1 с.
2. Налоговый кодекс РФ (гл. 32) «Налог на имущество физических лиц».
3. Утверждён Перечень объектов недвижимости, в отношении которых налоговая база определяется как кадастровая стоимость [Электронный ресурс] // Официальный сайт Главы Удмуртской Республики и Правительства Удмуртской Республики [Сайт] – Дата размещения: 29.12.2014. – URL: http://www.udmurt.ru/about/info/news/?ELEMENT_ID=307027 (дата обращения: 24.04.2016).
4. Налог на недвижимость по-новому [Электронный ресурс] // Известия Удмуртской Республики. – № 119–121 (4402–4404). – Дата размещения: 26.11.2015. – URL: http://www.izvestiaur.ru/society/11256801.html (дата обращения: 24.04.2016).

Шабалина О.Н., студент, e-mail: shabalina.ol2012@yandex.ru;
Горбушина Т.Н., студент;
Гордина А.Ф., аспирант

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка теплоизоляционного материала с применением костры льна

Аннотация. Современные теплоизоляционные материалы должны отвечать требованиям по прочности и теплопроводности, быть экологичными и способствовать ресурсосбережению. Композиционные материалы на основе минеральных вяжущих с применением органических заполнителей техногенного происхождения полностью удовлетворяют приведенным характеристикам. В работе представлены результаты исследования основных физико-технических свойств теплоизоляционного материала, включающего костру льна, портландцемент и жидкое стекло. На основании проведенных испытаний установлено, что рассматриваемый композиционный материал имеет следующие характеристики: марку по средней плотности D400–600, теплопроводность 0,075–0,12 Вт/(м·К), прочность при сжатии в возрасте 7 суток 0,93–1,61 МПа.

Ключевые слова: портландцемент, жидкое стекло, костра льна, теплоизоляция, энергосбережение, ресурсосбережение

На сегодняшний день строительным рынком представлено большое количество различных теплоизоляционных материалов, соответствующих таким современным требованиям, как прочность, теплопроводность, теплоёмкость, экологичность и экономичность. В то же время, с целью решения задач энерго- и ресурсосбережения, актуальна разработка строительных материалов на основе техногенных продуктов. Она будет способствовать не только улучшению со-

стояния окружающей среды, но и снижению стоимости и повышению эффективности строительства.

Существует целый класс теплоизоляционных материалов, в которых используют целлюлозосодержащие заполнители растительного происхождения. Многие из этих заполнителей являются отходами различных производств: древесные стружки и опилки, кора деревьев, костра льна, стебли хлопчатника и т.д.

При создании древесных композитов на основе минерального вяжущего необходимо учитывать формы и размеры древесных частиц, степень сцепления компонентов, степень уплотнения материала, активность и химический состав вяжущего, а также сближение показателей деформативности заполнителя и минеральной матрицы [1]. С этой точки зрения, отходы производства льняного волокна являются подходящим сырьем, обладающим пониженным количеством растворимых сахаров, негативно влияющих на гидратацию цемента. Материалы из костры льна могут производиться на основе минеральных, органических и органоминеральных вяжущих [2].

Костра льна – это распространенное и дешевое сырье, являющееся отходом производства [3]. Она является эффективным материалом для переработки в материалы различного назначения, что обусловлено особенностями ее физико-химического строения и дешевизной. Поэтому целью данного исследования являлась разработка композиционного теплоизоляционного материала с применением льняной костры.

Для проведения опыта использовали костру производства ООО «Лен» Можгинского района УР, насыпная плотность которой составила 35 кг/м^3. Для определения фракционного состава костры, представленного в табл. 1, применяли стандартный набор сит.

Таблица 1. **Гранулометрический состав льняной костры**

Размер частиц, мм	>20	10-20	5-10	2,5-5	<2,5
Содержание, %	26	13	30	22	9

Для изготовления вяжущего использовали жидкое натриевое стекло ГОСТ 13078-81 плотностью 1,25 г/см^3 производства компании «Экофарм» (Казань, РФ) и портландцемент бездобавочный ЦЕМ I 42,5Б производства ОАО «Горнозаводскцемент», соответствующий ГОСТ 31108-2003. Минералогический состав клинкера данной марки приведен в табл. 2.

Таблица 2. **Минералогический состав клинкера и вещественный состав цемента, %**

C3S	C2S	C3A	C4AF	Вид добавки	Количество добавки	Количество гипса (SO_3), %
63,9	13,1	7,9	11,7	–	–	2,5–3,0

Портландцемент является эффективным отвердителем жидкого стекла, но при переходе кальция в раствор происходит ранний набор прочности за счет образования силикатов из жидкого стекла. Поэтому смесь жидкого стекла с

портландцементом без использования замедлителей твердения технологически непригодна вследствие быстрого схватывания. Так в работе 4], в смесь жидкого стекла и портландцемента вводился фосфат натрия в количестве 10 % от массы портландцемента. При этом в начальном периоде гидратации происходило понижение концентрации кальция в жидкой фазе в полтора раза. В данной работе в качестве замедлителя также используется тринатрийфосфат Na3PO4, изготовленный по ГОСТ 201-76.

На основе цементно-силикатного вяжущего существует разработка быстротвердеющей теплоизоляционной штукатурки с вспученным перлитом [5]. К несомненным достоинствам композиции можно отнести быстрые сроки схватывания, что позволяет процесс производства. Кроме того, жидкое стекло в составе вяжущего способствует «минерализации» органического заполнителя [2], исключая стадию предварительного вымачивания в «минерализующем» растворе.

Для формования образцов композиционного материала вяжущее и заполнитель подготавливали отдельно. Костру просеивали через сита 20, 10, 5 и 2,5 мм и из полученных фракций готовили смесь частиц размерами 10–20 мм, 5–10 мм и 2,5–5 мм в соотношении 20:40:40. Изготовление вяжущего проводили в две стадии. На первой стадии подготовки портландцемент затворяли водным раствором тринатрийфосфата; на второй – в смесь вводили жидкое стекло. Опытным путем был найден состав вяжущего: соотношение жидкого стекла и цемента 1:1, водоцементное отношение 0,4.

Полученное вяжущее тщательно перемешивали с готовой смесью заполнителя, после чего из композиции формовали образцы-кубики со стороной 70,7 мм для испытаний на водостойкость и прочность. Также были сформованы плиточки размерами 100х100х30 мм для определения теплопроводности.

В ходе пробных замесов подбиралось оптимальное соотношение заполнителя и вяжущего для получения композиций различной плотности. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. **Зависимость плотности композиционного материала от соотношения по массе заполнитель/вяжущее**

Составы по плотности, кг/м^3	400	450	500	550	600
Соотношение по массе заполнитель/вяжущее	1/3,5	1/4,4	1/5,2	1/6,2	1/7,4

На рисунке представлен график зависимости прочности на сжатие и теплопроводности материала от его плотности.

На данном графике видно, что состав с минимальной плотностью 400 кг/м^3 имеет прочность на сжатие 0,930 МПа и коэффициент теплопроводности 0,075 Вт/(м·К). Наибольшей прочностью 1,610 МПа обладает состав с плотностью 600 кг/м^3, однако его коэффициент теплопроводности также увеличился до 0,12 Вт/(м·К).

Результаты испытаний на водостойкость и водопоглощение исследуемых теплоизоляционных композиционных материалов представлены в табл. 4.

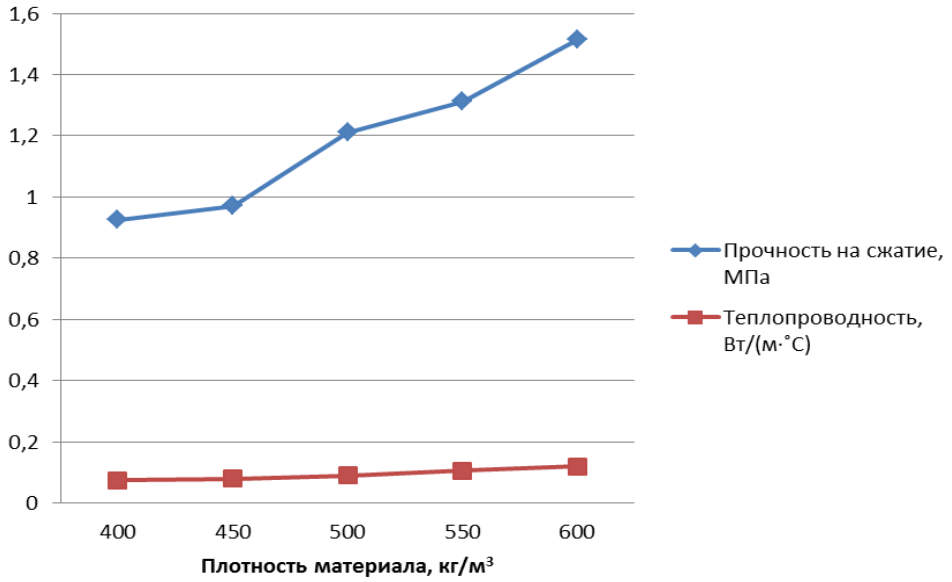


Рис. Зависимость прочности и теплопроводности композиционного материала от его плотности на 7 сутки

Таблица 4. **Результаты испытаний на водостойкость и водопоглощение**

Составы по плотности, кг/м^3	400	450	500	550	600
Водопоглощение, мас. %	108	90	85	73	65
Водопоглощение, об. %	0,43	0,41	0,43	0,40	0,39
Коэффициент размягчения	0,2	0,26	0,37	0,43	0,50

Из приведенных данных видно, что увеличение плотности композиционного материал ведет к значительному снижению водопоглощения и росту коэффициента размягчения, за счет формирования большей площади контактов между заполнителем и вяжущей матрицей.

Таким образом, результатом проведенного исследования являются составы композиционного материала на основе цементно-силикатного вяжущего и костры льна, которые имеют следующие характеристики: марка по средней плотности соответствует D400–600; теплопроводность λ = 0,075–0,12 Вт/(м·К); прочность при сжатии в возрасте 7 суток 0,93–1,61 МПа. Разработанный теплоизоляционный материал может быть использован в качестве аналога арболита, поскольку их основные технические параметры сопоставимы.

Список литературы

1. *Машкин Н.А., Лыткина Е.В.* Костролитовые строительные материалы с спользованием композиционного магнезиального вяжущего на основе диабаза // Вестник ЮУрГУ. – 2010. – № 15. – С. 8–10.
2. *Наназашвили И.Х.* Строительные материалы из древесно-цементной композиции. – Л.: Стройиздат, 1990. – 415 с.
3. *Юхневский П.И.* Строительные материалы и изделия : Учеб. пособие. – Минск : УП «Технопринт», 2004. – 476 с.

4. *Лугинина И.Г., Путренко М.А.* Тампонажный раствор // Цемент. – 1987. – № 1. – С. 16–17.
5. *Кучина Ю.Н., Яковлев Г.И., Багимов А.М., Полянских И.С., Шайбадуллина А.В., Карпова Е.А.* Теплоизоляционный материал на основе вспученного перлита и силикатного вяжущего, модифицированного дисперсией многослойных углеродных нанотрубок // Интеллектуальные системы в производстве. – 2014. – № 1. – С. 155–159.

Шишкина С.Л., магистрант, e-mail: deathstorm@mail.ru;
Манохин П.Е., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Разработка системы технико-экономические показателей при реконструкции общественных зданий

Аннотация. В настоящее время очень частым явлением становится проведение реконструкции общественного здания, так как многие подобные сооружения строились в прошлом столетии. Каждое такое здание уникально и требует индивидуального подхода. В условиях рыночной экономики в России на оптимальность организационно-технологических решений при реконструкции влияет большое количество факторов. В связи с чем, появляется необходимость в выявлении таких показателей технологических и экономических решений, которые позволят осуществить обоснованный выбор организационно-технологического метода реконструкции, которые будут универсальны и применимы при реконструкции общественных зданий разных групп.

Целью данной статьи является разработка универсальной системы технико-экономических показателей, позволяющих, при проведении реконструкции общественных зданий, оценить как необходимость проведения реконструкции, так и экономический или социальный эффект, который может быть в результате получен.

Технико-экономические показатели служат основой для оценки всего проекта реконструкции задания. Показатели помогают обосновать эффективность принимаемых проектных решений. Именно объективность в расчетах влияет на конечный результат и, как итог, на принятие окончательного решения о целесообразности проведения реконструкции.

Разработанная система показателей оценки решений при реконструкции общественных зданий поможет сделать наиболее выгодный экономически и технологически эффективный выбор, имеющий хороший социальный эффект.

Данная система является универсальной, может дополняться и изменяться, подстраиваться под определенный объект, кроме того, может быть применима для жилых зданий, для зданий коммерческой направленности.

Ключевые слова: реконструкция, общественные здания, показатели качества, экономический эффект, социальный эффект

Реконструкция, в отличие от нового строительства, имеет ряд особенностей. Часто принятие решения о реконструкции того или иного здания связано с

определенными рисками. Для того, чтобы решение было принято обоснованно и не подвергалось сомнениям, необходимо провести технико-экономическое обоснование принятого решения.

Реконструкция общественных зданий – уникальное событие. В соответствии с СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения» [1], выделяют восемь основных функционально-технологических групп зданий и сооружений и помещений общественного назначения:

1. Здания и сооружения для объектов, обслуживающих население:
   - здания и помещения учебно-воспитательного назначения;
   - здания и помещения здравоохранения и социального обслуживания населения;
   - здания и помещения сервисного обслуживания населения;
   - сооружения, здания и помещения для культурно-досуговой деятельности населения и религиозных обрядов;
   - здания и помещения для временного пребывания.
2. Здания объектов по обслуживанию общества и государства:
   - здания органов управления;
   - здания (банки, суды, правоохранительные организации);
   - здания организаций, производящих продукцию (научно-исследовательские организации, проектные и конструкторские организации).

Система технико-экономических показателей должна включать такие показатели, которые соответствовали бы каждой функционально-типологической группе. Необходимо учитывать тот факт, что здания общественного назначения как правило тесно связаны с архитектурным обликом того места, где они расположены. Кроме этого, к зданиям общественного назначения предъявляются особые эксплуатационные требования (необходимость увеличения площадей помещений и расширение территории), что важно учитывать при проведении реконструкции.

На основании ГОСТ 22851-77 [2], ГОСТ 4.200-78 [3] и РД 50-149-79 [4] и указанных в них показателях качества продукции, в табл. 1 представлены признаки классифицирующие показателей качества продукции.

Таким образом, приведенная в табл. 1 классификация показателей качества продукции дает достаточно полное представление о составе и содержании рассмотренных показателей по девяти признакам классификации. Эта классификация, как и любая другая, является открытой и может быть дополнена и другими признаками и показателями.

Принятие технических решений представляет собой основной инструмент управляющего воздействия, ведь именно в разработке решений, их принятии, реализации и контроле заключается деятельность всего аппарата управления. Оценка эффективности принятия технических решений играет важную роль в достижении поставленной цели. Поэтому на этапе принятия технического решения необходимо проделать большую исследовательскую работу по раз-

работке наилучшего варианта решения, чтобы в дальнейшем избежать затратной, некачественной и неэффективной работы.

Таблица 1. **Классификация показателей качества продукции**

№ п/п	Признак классификации	Группы показателей качества продукции
1.	По характеризуемым свойствам	Показатели назначения. Показатели экономного использования ресурсов (ресурсосбережение). Показатели надежности (надежность, безотказности, долговечности, сохраняемости, ремонтопригодности). Эргономические показатели. Экономические показатели. Эстетические показатели. Показатели технологичности. Показатели транспортабельности. Показатели стандартизации и унификации. Патентно-правовые показатели. Экологические показатели. Показатели эффективного использования энергии (энергоэффективность). Показатели безопасности.
2.	По способу выражения	Показатели, выраженные в натуральных единицах. Показатели, выраженные в обобщенных единицах.
3.	По количеству характеризуемых свойств	Единичные показатели. Комплексные показатели (групповые, обобщенные, интегральные).
4.	По применению для оценки	Относительные и базовые значения показателей.
5.	По стадии определения значений показателей	Прогнозируемые, проектируемые, производственные, эксплуатационные показатели.
6.	По размерности отражаемых свойств	Функциональные, долевые, балльные, интервальные, приведенные показатели.
7.	По значимости при оценке качества	Основные и дополнительные показатели.
8.	По характеру установления показателя	Регламентированные значения показателя. Номинальные значения показателя. Предельное значение показателя. Оптимальное значение показателя.
9.	По характеру эффективности	Функциональная и техническая эффективность.

Технические решения принимаются практически во всех видах деятельности любой строительной организации, поэтому можно говорить о различных видах эффективности технических решений:

1. Организационная эффективность технических решений – это результат достижения организационных целей за счет меньших усилий, меньшего числа работников или меньшего времени. Выражением организационной эффективности (организационным результатом) технического решения может быть изменение условий труда, рабочих функций, стимулирование рабочих, оплата труда, любое изменение численности персонала.

2. Экономическая эффективность технических решений – это прибыль либо снижение затрат, осуществленные за счет реализации конкретного технического решения, и также снижение затрат на его подготовку и реализацию. Как правило, организационная эффективность, социальная и технологическая ведут к прямому экономическому эффекту.

3. Социальная эффективность технических решений рассматривается как результат достижения определенных социальных целей за более короткое время, меньшим числом работников. Данная эффективность может выражаться в возможности участия в творческом труде, возможности общения, самовыражения и самопроявления, а также в степени удовлетворения спроса населения (потребителей, заказчиков) на товары и услуги, снижение текучести кадров. Результатом может быть хороший социально – психологический климат в подразделениях, взаимопомощь, позитивные неформальные отношения.

4. Технологическая эффективность технических решений – это результат достижения отраслевого, национального или мирового технического и технологического уровня производства за более короткое время или с меньшими трудовыми, либо финансовыми затратами. Выражением этой эффективности может быть снижение трудоемкости, напряженности труда, повышение его интеллектуального содержания, внедрение современной высокопроизводительной техники и технологии, повышение производительности труда, эффективное использование энергетических ресурсов, повышение качества товаров и услуг.

5. Правовая эффективность технических решений оценивается степенью достижения правовых целей организации и персонала за более короткое время, меньшим числом работников или с меньшими финансовыми затратами. Эффективность выражается в обеспечение безопасности, организации и порядка, правовая защищенность от административного произвола, обеспечение законности и стабильности работы, положительных результатов во взаимоотношениях с государственными органами и партнерами, защищенность от штрафных санкций за правовые нарушения и т.п.

6. Экологическая эффективность технических решений – это результат достижения экологических целей организации и персонала за более короткое время, меньшим числом работников или с меньшими финансовыми затратами. Она выражается в обеспечение безопасности, охраны здоровья, санитарных норм условий труда (уровень шума, вибрации, радиоактивности), снижение вредных воздействий на окружающую среду, повышение экологической безопасности продукции, создание благоприятных для человека условия труда, экологически безопасное производство.

На основании классификации показателей и различных видов эффективностей технических решений, можно предложить следующую систему технико-экономических показателей при реконструкции общественных зданий (табл. 2).

Вся система технико-экономических показателей делится на четыре основные группы показателей: технологические показатели, экономические, эксплуатационные и эстетические.

Первые две группы показателей являются наиболее важными и определяющими при выборе варианта решения.

Третья и четвертая группа имеют второстепенную важность, но при рыночной экономике, они могут играть важную роль, при определении наиболее эффективного варианта реконструкции.

Таблица 2. **Система технико-экономических показателей**

Технологические показатели		**Экономические показатели**	
1.	Трудоемкость работ	1.	Сметная стоимость проекта
2.	Строительный объем	2.	Удельные капиталовложения
3.	Продолжительность реконструкции	3.	Рыночная стоимость объекта
4.	Выработка	4.	Экономический эффект от сокращения продолжительности реконструкции для подрядной организации
5.	Энерговооруженность труда	5.	Срок окупаемости
6.	–	6.	Экономическая эффективность реконструкции
Эксплуатационные показатели		**Эстетические показатели**	
1.	Долговечность	1.	Функционально- конструктивная приспособленность
2.	Увеличение площадей помещений	2.	Организованность объемно-пространственной структуры
3.	Ремонтопригодность	3.	Цветовой колорит и декоративность
4.	Социальный эффект	4.	Изменение либо сохранность архитектурного облика (в зависимости от реконструируемого объекта)
5.	Оригинальность	5.	–

Технологические показатели определяют такие конструктивно-технические и организационные параметры реконструкции, как трудовые затраты на проведение реконструкции, объем работ, временные затраты на осуществление реконструкции, применение современных технологий проектными организациями и опытно-конструкторскими (САПР).

В целом в настоящее время при проектировании объекта строительства или проекта реконструкции остается актуальной задача повышения качества планировочных, архитектурных и технологических строительных решений, снижения стоимости зданий и сооружений, сокращения удельных капитальных вложений на единицу вводимой в действие мощности. Именно для решение этих задач создаются сисетмы автоматизированного проектирования, позво-

ляющие сократить трудозатраты при достижении высокого качества всех проектных разработок [5].

Основные технологические показатели измеряются в натуральных единицах соответственно применительно к трудоемкости в нормо-часах, к себестоимости – в рублях. Относительные показатели измеряются в долевых единицах через отношение абсолютного значения соответствующей величины (трудоемкости, себестоимости) к его значению у сравниваемого варианта, а удельные показатели определяются как отношение соответствующей величины основного расходного показателя к величине главного показателя назначения, т. е. отражают величину расходных показателей, приходящихся на единицу главного показателя назначения (например, масса электродвигателя на единицу его мощности, себестоимость изготовления телевизора на 1 см размера экрана по диагонали). Удельные показатели могут отражаться и в виде структуры трудоемкости изделия по видам работ или структуры себестоимости по ее элементам. Технологическая себестоимость включает затраты на материалы и технологические операции при изготовлении изделия [6].

На основе данной группы показателей можно сделать о технической эффективности проведения реконструкции.

Экономические показатели прежде всего определяют экономическую эффективность проведения реконструкции по сравнению со строительством нового здания. Экономические показатели характеризуют капитальные вложения в реконструкцию. При анализе экономической эффективности проводят:

1) анализ технико-экономических показателей при соблюдении сопоставимости проектных решений реконструкции по вариантам;

2) учет социальных, экономических, эстетических целей с помощью критериев, показателей и единиц измерения для оценки оптимальности реконструируемого здания, сооружения или комплекса;

3) определение стоимости вариантов реконструкции, будущих эксплуатационных затрат здания, сроков продолжительности работ по реконструкции;

4) анализ возможности и объемы получения доходов от функциональной деятельности учреждений, расположенных в реконструируемых зданиях после реконструкции [7].

На основе данной группы показателей можно сделать об экономической эффективности проведения реконструкции.

В Приказе Госкомархитектуры от 23.11.1988 N 312 «Об утверждении ведомственных строительных норм Госкомархитектуры «Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения» (вместе с ВСН 58-88 (р) «Ведомственные строительные нормы. Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения») дается следующее определение эксплуатационным показателям: «Эксплуатационные показатели здания – совокупность технических, объемно-планировочных, санитарно-гигиенических, экономических и эстетических ха-

рактеристик здания, обуславливающих его эксплуатационные качества». В связи с этим, в данную группу показателей войдут такие показатели, как долговечность конструкций, улучшение теплоизоляционных показателей конструкции, производимый социальный эффект и некоторые другие.

Эксплуатационные показатели выражаются в натуральных и стоимостных единицах.

Эстетические показатели реконструкции общественных зданий – последняя группа показателей, которая характеризует информационно-художественную выразительность (оригинальность, стилевое соответствие, соответствие моде), рациональность формы (соответствие формы назначению, конструктивному решению, особенностям технологии изготовления и применяемым материалам), целостность композиции (пластичность, упорядоченность графических изобразительных элементов).

Разработанная система показателей оценки решений при реконструкции общественных зданий поможет сделать наиболее выгодный, экономически и технологически эффективный выбор, имеющий хороший социальный эффект.

Список литературы

1. СП 118.13330.2012 Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. Введен с 1 сентября 2013. – М.: Минрегион Росии, 2011.
2. ГОСТ 22851-77 Выбор номенклатуры показателей качества промышленной продукции. – М.: ВНИИС, 1977.
3. ГОСТ 4.200-78 Система показателей качества продукции. Строительство. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1978.
4. РД 50-149-79 Методические указания по оценке технического уровня и качества промышленной продукции. – М.: Изд-во стандартов, 1979.
5. *Шишкина С.Л., Манохин П.Е.* Современное программное обеспечение систем автоматизированного проектирования в строительстве // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. – 2015. – С. 834–841.
6. *Минько Э.В., Минько А.Э., Смирнов В.П.* Качество и конкурентоспособность продукции и процессов. – СПб.: СПбГУАП, 2005. – 240 с.
7. *Осипова И.Г.* Технико-экономическая оценка эффективности реконструкции общественных зданий и сооружений // Молодой ученый. – 2014. – № 5. – С. 291–294.

Якушев Н.М., к.э.н., доцент, e-mail: nmy_planner@mail.ru;
Красноперова Т.Ю., магистрант, e-mail: tanusha-krasa@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Проблемы реконструкции в стесненных условиях городской застройки

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы плотной застройки центральной части российских городов и возможность реконструкции зданий в стесненных условиях.

Abstract. The article deals with the problem of dense development of the central part of the Russian cities and the possibility of reconstruction of buildings in cramped conditions.

Ключевые слова: реконструкция, плотная застройка, проблемы реконструкции, способы проведения реконструкции, общественные центры

Keywords: reconstruction, dense buildings, reconstruction problems, methods of reconstruction, community centers

Одним из более эффективных способов решения жилищной проблемы является реконструкция. Благодаря ей, появляется возможность продлить повысить энергоэффективность зданий, оснастить дома современным инженерным оборудованием, продлить жизненный цикл здания, решить проблему коммунального заселения, значительно повысить уровень качества жилья и многие другие проблемы [1]. Благодаря проведенными исследованиям Всемирного банка, мероприятия по реконструкции существующих жилых зданий принесут экономию в размере 30–60 % от энергии, необходимой на отопление, и около 50 % для зданий социального назначения.

Согласно Градостроительному кодексу РФ: «реконструкция … – изменение параметров объектов капитального строительства, их частей (количества помещений, высоты, количества этажей, площади, показателей производственной мощности, объёма) и качества инженерно-технического обеспечения» [2].

К строительным материалам и способам ведения работ в настоящее время предъявляются жесткие требования, которые следят за выполнением экологических требований. Утилизация строительного мусора, выброс пыли, разброс материалов, уменьшение уровня шума и вибрации – вот лишь некоторые вопросы, которые должна предусматривать технология работ по реконструкции.

Важность реконструкции вызвана несколькими причинами, такими как: несоответствием существующей планировочной структуры увеличивающимся функциональным и экологическим нагрузкам на городскую среду; недостаточно эффективным использованием жилищного фонда: моральным и физическим износом застройки; разновременностью сроков службы отдельных элементов инфраструктуры города; утратой историко-архитектурных достопримечательностей сложившихся районов города, коренным изменением назначения бывших нежилых зданий, сооружений, территорий.

Реконструкция должна решить множество проблем. Она должна улучшить условия проживания, качество окружающей среды: реорганизация обста-

новки для отдыха и общения, повысить эффективность транспортного и культурно-бытового обеспечения, экологические условия и микроклимат. Необходимо учитывать мнение населения и города в целом как народнохозяйственного комплекса при процессе преобразования застройки. Именно в связи с этим к выявлению ресурсов и ограничений при решении экономических, планировочных и архитектруно-градостроительных проблем применятеся индивидуальный подход.

Можно выделить три основных реконструктивных мероприятий: сплошная, выборочная, локальная. Сплошная подразумевает ремонт опорных зданий, уничтожение ветхих и строительство новых зданий, а так же общая трансформация квартала или района. Мероприятия, заключающиеся в сносе, ремонте или замене отдельных зданий, методически выполняемые в локальном масштабе, относятся к выборочной реконструкции. Также возможно проведение мероприятий, влекущее за собой смену порядка эксплуатации территории в рамках главных участков планировочной структуры, включающее обновление комплекса зданий и архитектурных форм. Такие мероприятия относятся к локальным.

В крупнейших и крупных городах процесс реконструкции наиболее осложнен. Формирование культурно-бытового обслуживания, функционирование жилой среды, подход к реконструкции и планировочная структура влияют на расположения жилых районов в черте города. Выделяют зоны консервации, регулирования, репродукции и преобразования, которые определяются исходя из градостроительной обстановки и историко-архитектурной ценности сложившейся застройки [3].

Последствия Гражданской и Великой Отечественной войн и поздний переход к каменному строительству привели к тому, что жилищный фонд России гораздо моложе жилищных фондов зарубежных стран.

В России 90-х годов существовал значительный недобор технического обслуживания производственных и непроизводственных ресурсов, который приумножил изнашивание строительных конструкций объектов. Снижение огромными темпами жизненного цикла зданий и сооружений всевозможного использования обусловлено именно этими причинами. Однако реконструкция устаревших зданий была выведена на новый уровень благодаря федеральным программам, подготовленным правительством в 2000-х годах [4].

При росте числа населения, необходимо расширение жилищного фонда. Однако в исторической застройке центральных районах городов это довольно проблематично, поэтому реконструкция является наиболее приемлемым вариантом решения этой проблемы. Центральный районы также являются сосредоточением примерно 90 % устаревшего жилья, транспортных узлов и социальных объектов. Таким образом, благодаря мероприятиям по реконструкции, появится возможность увеличить с помощью пристроек и надстроек существующий фонд жилья на 40–70 % [5].

Сложнейшими и особо развитыми в структуре современных городов являются общественные центры. Поэтому, реконструкция таких районов включает в себя множество задач, таких как: выявление рациональных решений архи-

тектурно-планировочной организации; объединение отдельных общественных зданий в комплексы; обеспечение необходимого уровня естественной освещенности, инсоляции, аэрации; грамотное расположение территории для пешеходов и транспорта. Для решения этих проблем используется прием вытеснения «нецентральных функций», благодаря чему увеличивается объем центральных функций. Благодаря такому решению, возможно преобразование функционального зонирования территории без значительного вмешательства в объемно-планировочные параметры застройки, такой прием называется «скрытая реконструкция». Это довольно удобная тенденция, так как появляется возможность размещения объекты общественного центра в наиболее удобных местах [6]. Поэтому, наиболее социально значимые объекты размещаются в общественных центрах.

К вопросам, касающимся жилой застройки в зоне общественного центра, существуют различные подходы. Сторонники одного из мнений считают, что из-за высокой плотности движения автомобилей, в окружающей среде создается высокий уровень шума и загрязнений, которые мешают обеспечению нормальных условий для жизни населения. С другой стороны, вечерами движение в таких районах прекращается, и если не оставить там жилье, то такие районы будут выглядеть как каменные пустыни.

В ходе выявления наиболее выгодных программ реконструкции, были обнаружены некоторые приемы реконструкции. В качестве наиболее важных, можно выделить три приема: «скрытый», «выборочный» и «комплексный». Скрытая реконструкция может происходить стихийно, расширение границ центров без ощутимых изменений в застройке и изменение функциональной структуры возможно даже без участия архитекторов и градостроителей. Выборочная реконструкция в последнее время пользуется меньшей распространенностью, так как считается, что необходим комплексный подход к решению задач подобного типа, однако этот способ богат разнообразными приемами.

Наиболее выгодным методом реконструкции, охватывающим решение таких проблем, как функциональной наполненности общественного центра и транспортных коммуникаций, является комплексная реконструкция. Благодаря ей, появляются возможности по использованию подземного пространства, за счет чего повысится емкость общественных центров. Этого нельзя сказать о выборочной реконструкции, так как транспортная структуры выступает сдерживающим фактором, не позволяющим увеличить функциональную емкость сложившихся общественных центров.

Безусловно, реконструкция зданий и сооружений не возможна без учета экономических, технических, эстетических, ресурсных аспектов. В сложившихся условиях дефицита земельных ресурсов, малоэффективным использованием эксплуатируемых территорий в промышленной сфере, повышению требований к уровню комфортности жилья, объемы реконструкции с течением времени будут возрастать. Можно выделить некоторые пути усовершенствования реконструкции: выявление более современных способов диагностики состояния конструкций; использование компьютерных технологий при расчете конструкций; помощь специальных программ при проектировании; введение эффективных

конструктивных решений; потребление конструкций из инновационных материалов; подготовка новых способов усиления и восстановления конструкций и др. Решения по выбору наиболее приемлемого варианта реконструкции зависят от оценки итоговых выводов использования капитальных вложений. Для проведения подобных анализов, используют множество экономических критериев, таких как: сроки окупаемости; прироста прибыли годового экономического эффекта; прирост производительности труда; коэффициента эффективности использования капитальных вложений; условно чистой продукции. В качестве факторов, указывающих на выгодность проектных решений, учитываются: сметная стоимость 1 $м^2$ объекта, не превышающая аналогичных затрат при новом строительстве; минимальный уровень приведенных затрат; выполнение работ без прерывания процесса производства; годовой экономический эффект от реализации.

Однако, местные власти в нашей стране, не охотно идут на согласование таких проектов из-за вероятной необходимости полного или частичного переселения жильцов и работающих в этом здании людей. Но несмотря на это, существует опыт зарубежных стран, который доказывает возможность указанных выше работ с помощью совершенствования технологии производства работ и средств механизации, без необходимости выселения жильцов. Такой способ поможет снизить затраты на реконструкцию и ее окупаемость. Главным стимулом к росту объемов реконструкции является недостаток пригодных для застройки без сопутствующих затрат и работ площадей. Еще одним достоинством реконструкции можно выделить сохранение исторического облика города и передать национальную культуру будущим поколениям. К тому же, появится возможность более эффективного использования культурно-исторических зданий, сохраняя при этом существующую черту города.

Список литературы

1. *Грахов В.П., Якушев Н.М., Григорьев Е.Ю., Адамов М.В.* Повышение энергоэффективности зданийи сооружений в Российской Федерации // Сб. мат. науч.-техн. конф. "Фотинские чтения", 29–30 сентября 2014 г., Ижевск (осеннее собрание). – Ижевск : КнигоГрад, 2014. – С. 68–75.
2. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 30.12.2015).
3. *Крашенинников А.В.* Жилые кварталы : Учеб. пособие для архитектурно-строит, спец. вузов / Под общ. ред. Н.Н. Миловидова, Б.Я. Орловского, А.Н. Белкина. – М.: Высш. шк., 1988. – 86 с.
4. *Селютина Л.Г.* Моделирование процесса аккумуляции инвестиционных ресурсов в жилищную сферу // Экономика строительства. – 2002. – № 12. – С. 25–33.
5. *Селютина Л.Г.* Инновационный подход к управлению инвестиционными процессами в сфере воспроизводства жилищного фонда // Современные технологии управления. – 2014. – № 11. – С. 37–41.
6. *Танелин М.А.* Вопросы архитектуры. – М.: Высшая школа, 2002. – 197 с.

Раздел 11. Транспортные системы

Содержание

Ашуркова С.Н., Высоцкий А.М. Обоснование конечно-элементной модели для исследования напряженно-деформированного состояния кузова пассажирского вагона 880

Ашуркова С.Н., Высоцкий А.М., Антипин Д.Я. Исследование влияния конструкции подкрепляющего набора боковой стены пассажирского вагона на его технико-экономические показатели 886

Митраков А.С., Шорохов С.Г. Исследование влияния на безопасность движения пассажирских поездов параметров системы принудительного наклона кузова в кривых 890

Нагорнова Е.В., Нагорнов Д.А. Технология управления процессами зимнего содержания улично-дорожной сети на основе информационной системы 893

Шалупина П.И., Антипин Д.Я. Исследование усталостной долговечности рамы тележки поезда-трамвая 901

Шорохов С.Г. Методика прогнозирования уровня травмирования членов локомотивных бригад тягового подвижного состава при аварийных столкновениях 905

УДК 656.1(045)

Раздел 11. Транспортные системы

Ашуркова С.Н., аспирант, e-mail: swetiknk@yandex.ru;
Высоцкий А.М., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Обоснование конечно-элементной модели для исследования напряженно-деформированного состояния кузова пассажирского вагона

Аннотация. Выполнено обоснование параметров конечно-элементной модели, предназначенной для исследования напряженно-деформированного состояния кузова пассажирского вагона нового поколения. Проведен анализ отечественного и зарубежного опыта исследования напряженно-деформированного состояния несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов. Установлено, что наиболее рациональным методом исследования является метод конечных элементов. На примере принятой в качестве объекта исследования несущей конструкции кузова пассажирского вагона модели 61-4447 производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод» установлено, что адекватные результаты расчетов могут быть получены как при использовании пластинчато-стержневых, так и пластинчатых конечно-элементных расчетных схем. Наиболее близкие к результатам натурных стендовых испытаний получены расчётные данные с использованием пластинчатой конечно-элементной модели и ее рекомендуется использовать для проверочных расчетов. Для поисковых и предварительных расчетов целесообразно использовать пластинчато-стержневые расчетные схемы, обеспечивающие наряду с более низкими затратами на подготовку и расчет модели достаточную точность получаемых результатов. Рациональным характерным размером конечных элементов для несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов является 80 мм.

Ключевые слова: пассажирский вагон, кузов, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов, математическое моделирование

Анализ методов исследования напряженно-деформированного состояния несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов отечественными и зарубежными специалистами показал, что основными являются натурные стендовые испытания и математическое моделирование. Применение аналитических методов, построенных на использовании элементарных расчетных схем, в настоящее время широкого распространения не получило в связи с ограниченными возможностями как с точки зрения получения достоверных данных, так и с точки зрения возможности получения данных о напряженно-деформированном состоянии в полном объеме.

Применение методов натурных стендовых испытаний обеспечивает при соблюдении соответствующих методик и технологий измерений наибольшую точность получаемых результатов. Однако указанный метод имеет ряд ограничений по применению. В частности, экспериментальные исследования натур-

ных образцов длинномерных вагонов (с длиной по раме более 24 м), таких как пассажирский вагон, требуют наличия дорогостоящего специализированного стенда, обеспечивающего адекватное нагружение конструкций. Также для получения достоверных результатов в достаточном объеме необходимо использование дорогостоящих многоканальных тензометрических станций. В конечном счете, эти факторы в совокупности приводят к значительному увеличению себестоимости проведения исследования. Вторым важным ограничением, накладываемым методом натурных испытаний, является сложность внесения изменений в конструкцию исследуемого вагона в случае получения негативных результатов испытаний. По этой причине натурные испытания несущих конструкций кузовов вагонов в основном направлены на подтверждение безопасности спроектированных конструкций и адекватности результатов, получаемых теоретическим путем.

С учетом указанных выше факторов наибольшее распространение получили методы теоретической оценки напряженно-деформированного состояния несущих конструкций, основанные на использовании метода конечных элементов [1, 2, 3, 4].

В настоящее время существует значительное количество программных комплексов, обеспечивающих создание детализированных конечно-элементных моделей и их расчет. Большое распространение получили модули конечно-элементного анализа, позволяющие на основе разработанных пространственных геометрических моделей с минимальной трудоемкостью формировать конечно-элементные модели с использованием процедур автоматической генерации сеток.

В связи с этим для исследования напряженно-деформированного состояния несущей конструкции кузова пассажирского вагона в качестве основного инструмента принят метод конечных элементов, реализованный в виде модуля инженерных расчетов Advanced Simulation программного комплекса цифрового проектирования Siemens PLM Software NX [5].

Поскольку несущая конструкция кузова пассажирского вагона представляет собой тонкостенную цилиндрическую подкрепленную оболочку, исследования ее напряженно-деформированного состояние целесообразно проводить с использованием пластинчатых или пластинчато-стержневых расчетных схем.

При использовании пластинчато-стержневых расчетных схем элементы подкрепляющего набора кузова представляются двухузловыми стержневыми конечными элементами, а листы обшивки моделируются изотропными или ортотропными (в случае необходимости описания поведения гофрированной обшивки) трех- или четырехузловыми пластинчатыми элементами.

Достоинством пластинчато-стержневых расчетных схем является снижение количества степеней свободы конечно-элементной модели по сравнению с пластинчатыми, а также трудоемкости подготовки модели. Соответственно использование пластинчато-стержневых расчетных схем позволяет уменьшить время, затрачиваемое на проведение расчетов, и снизить требования к применяемой вычислительной технике. Одним из важных ограничений пластинчато-стержневых конечно-элементных расчетных схем является отсутствие возмож-

ности адекватно описывать локальное напряженно-деформированное состояния в зонах соединения подкрепляющих элементов между собой, а также адекватно учитывать особенности нагружения и закрепления несущей конструкции при проведении исследований.

Указанные ограничения отсутствуют при использовании пластинчатых расчетных схем. Однако при их использовании адекватность получаемых результатов в значительной степени зависит от степени дискретизации модели и, в частности, от размера и параметров используемых при исследовании пластинчатых конечных элементов. Степень дискретизации модели также неразрывно связана с количеством степеней свободы конечно-элементной модели, трудоемкостью ее подготовки и требуемыми вычислительными возможностями компьютерной техники.

При создании пластинчатой конечно-элементной модели несущей конструкции кузова пассажирского вагона размер конечных элементов определяется минимальным размером конструктивных элементов, учет работы которых необходим при проведении исследования, а также потребностью в объеме точек несущих элементов, в которых необходимо получать в результате расчета параметры напряженно-деформированного состояния.

При создании конечно-элементной схемы необходимо также учитывать влияние топологии пластинчатых конечных элементов на адекватность получаемых при расчетах результатов.

Проведенный анализ научных исследований в области напряженно-деформированного состояния несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов показал, что наиболее распространенными являются пластинчатые конечно-элементные модели, сформированные из трех- и четырехузловых конечных элементов с характерным размером 80 мм [6, 7, 8].

В работе в качестве объекта для исследования принята несущая конструкция кузова пассажирского вагона модели 61-4447 производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод».

Исследования напряженно-деформированного состояния рассматриваемой несущей конструкции кузова проводилась с использованием двух типов конечно-элементных расчетных схем: пластинчатой и пластинчато-стержневой.

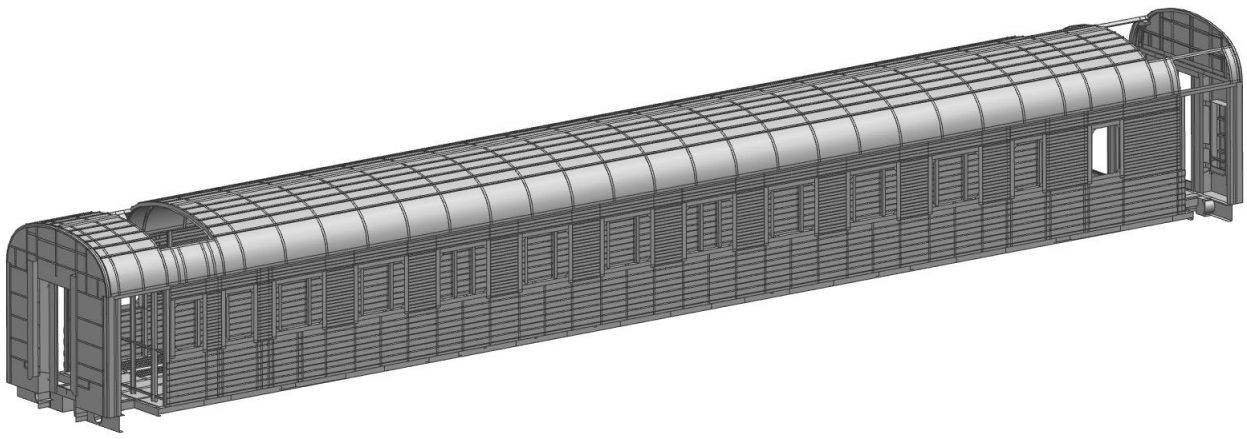


Рис. 1. Геометрическая твердотельная модель несущей конструкции кузова вагона

Обе схемы созданы на основе геометрической твердотельной модели несущей конструкции кузова вагона (рис. 1).

Пластинчатая конечно-элементная модель кузова сформирована 149 тыс. трех- и четырехузловыми конечными элементами, объединенными в 139 тыс. узлах (рис. 2).

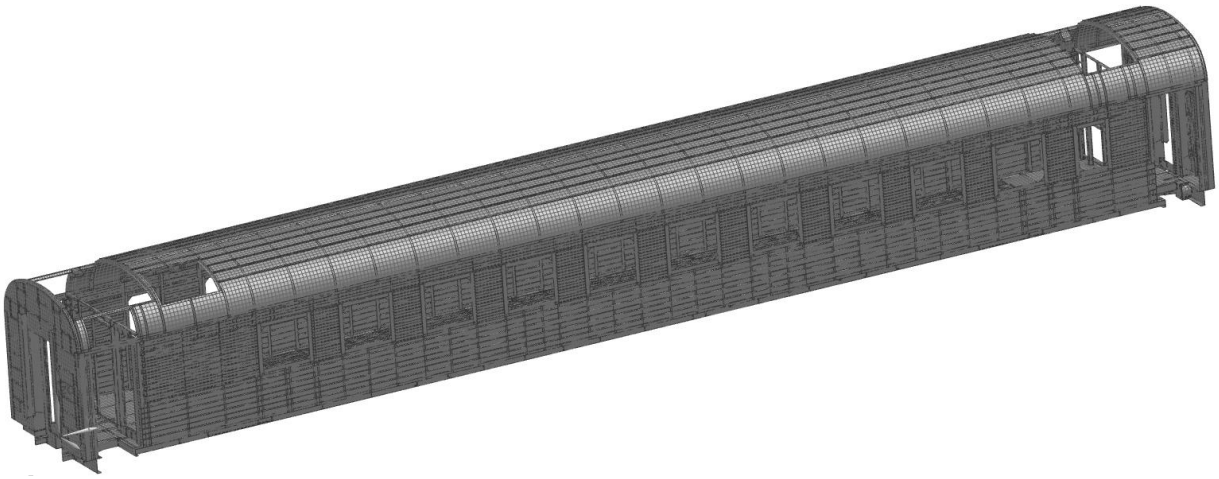


Рис. 2. Пластинчатая конечно-элементная модель кузова вагона

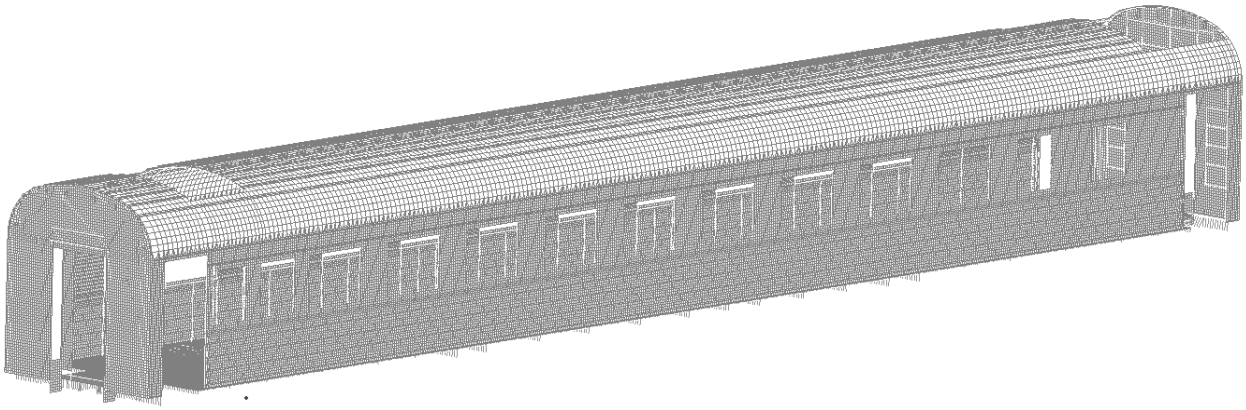


Рис. 3. Пластинчато-стержневая конечно-элементная модель кузова вагона

Пластинчато-стержневая расчетная схема сформирована 12,7 тыс. стержневыми конечными элементами, описывающими работу подкрепляющего набора кузова, и 87 тыс. пластинчатыми элементами, моделирующими листы обшивки (рис. 3).

Закрепление в пространстве конечно-элементных расчетных схем осуществлялось введением в соответствующие узлы связей в соответствии со схемами, рекомендованными [9]. Нагружение конечно-элементных моделей осуществлялось в соответствии со схемами нагружения, используемыми при проведении натурных прочностных стендовых испытаний кузовов пассажирских вагонов.

Адекватность результатов, получаемых с использованием разработанных конечно-элементных моделей, оценивалась путем их сопоставления с данными

натурных прочностных стендовых испытаний. Результаты сопоставления по основным несущим элементам для трех видов нагружения кузова представлены в таблице в виде процентного отношения расчетных данных к результатам натурных прочностных стендовых испытаний.

Таблица. **Расхождение результатов расчета с данными натурных стендовых испытаний**

№ п/п	Элемент несущей конструкции	Пластинчато-стержневая конечно-элементная расчетная схема	Пластинчатая конечно-элементная расчетная схема
1	От действия вертикальной нагрузки, %		
1.1	Рама	15,3	16,2
1.2	Стена боковая	20,6	20,0
1.3	Стена торцевая	16,8	14,8
1.4	Крыша	22,0	11,0
2	От действия сжимающей нагрузки 2,5 МН, %		
2.1	Рама	13,3	11,0
2.2	Стена боковая	14,3	16,0
2.3	Стена торцевая	14,1	11,9
2.4	Крыша	19,1	18,7
3	От действия растягивающей нагрузки 1,5 МН, %		
3.1	Рама	7,6	7,1
3.2	Стена боковая	9,8	6,2
3.3	Стена торцевая	9,7	7,8
3.4	Крыша	17,1	11,9

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод об удовлетворительном качественном и количественном соответствии расчетных данных данным натурных экспериментов. Наибольшее расхождение результатов расчетов, полученных с использование пластинчато-стержневой расчетной схемы, с данными натурных экспериментов получены для крыши вагона и составляют 22 %. При использовании пластинчатой расчетной схемы наибольшие различия зафиксированы для несущих элементов боковой стены и их величина не превысила 20 %.

Таким образом, обе рассматриваемые в работе расчетные схемы могут быть использованы для анализа напряженно-деформированного состояния несущей конструкции кузова пассажирского вагона. Применение пластинчато-стержневой схемы приводит к получению менее точных результатов по сравнению с пластинчатой, но при этом позволяет снизить трудоёмкость подготовки модели и требования к вычислительным возможностям компьютерной техники. В связи с этим подобные модели целесообразно использовать для предварительных и поисковых расчетов, направленных на выбор наиболее рациональной конструкции несущей системы вагона.

Использование пластинчатых схем целесообразно при проведении проверочных расчетов, направленных на подтверждение прочности и безопасности несущей конструкции, принятой в качестве основной при проектировании. Это связано с более высокими требованиями к временным и вычислительным ресурсам на проведение расчетов. При этом пластинчатые модели расширяют перечень возможных направлений исследования, обеспечивая возможность уточнённого анализа местного напряженно-деформированного состояния в геометрически сложных узлах несущей конструкции вагона.

Список литературы

1. *Ашуркова С.Н.* Исследование влияния конструкции подкрепляющего набора боковой стены пассажирского вагона на его технико-экономические показатели / С.Н. Ашуркова, А.М. Высоцкий, Д.Я. Антипин // Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке. Сборник материалов III Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием. – Ижевск : ИННОВА, 2015. – С. 849–852.
2. *Кобищанов В.В.* Оценка нагруженности кузовов пассажирских вагонов при столкновении поездов с препятствиями методами компьютерного моделирования/ В.В. Кобищанов, Д.Я. Антипин, С.Г. Шорохов // Безопасность движения поездов: труды XV научно-практической конференции. – М.: МГУПС, 2014. – С. VII-42.
3. *Kobishanov V.V.* Passenger Car Safety Prediction / V.V. Kobishanov, V.P. Lozbinev, V.I. Sakalo, D.Y. Antipin, S.G. Shorohov, A.M. Vysocky // World Applied Sciences Journal, 2013. – № 24. – С. 208–212.
4. *Kobishanov V.V.* Emergency Situations, Based on Simulation / V.V. Kobishanov, G.S. Mihalchenko, V.P. Tihomirov, G.A. Fedyaeva, D.Y. Antipin, S.G. Shorohov // World Applied Sciences Journal, 2013. – № 24. – С. 86–90.
5. *Гончаров П.С.* NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.
6. *Высоцкий А.М.* Выбор рациональной конструкции двухслойной обшивки боковых стен пассажирских вагонов / А.М. Высоцкий, В.В. Кобищанов, Д.Я. Антипин, Д.Ю. Расин // Вестник Брянского государственного технического университета, 2014. – № 4 (44). – С. 8–11.
7. *Шалупина П.И.* Использование промышленных программных комплексов для исследования динамической нагруженности конструкций рельсового транспорта / П.И. Шалупина, Д.Я. Антипин // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях. Сб. науч. тр. 5-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : Университетская книга, 2015. – С. 342–345.
8. *Высоцкий А.М.* Обоснование методики моделирования двухслойной обшивки боковых стен кузовов пассажирских вагонов при анализе их нагруженности / А.М. Высоцкий, В.В. Кобищанов, Д.Я. Антипин // Вестник Брянского государственного технического университета, 2013. – № 3 (39). – С. 10–13.
9. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.

Ашуркова С.Н., аспирант, e-mail: swetiknk@yandex.ru;
Высоцкий А.М., старший преподаватель;
Антипин Д.Я., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Исследование влияния конструкции подкрепляющего набора боковой стены пассажирского вагона на его технико-экономические показатели

Аннотация. Методами математического моделирования выполнено исследование влияние конструктивной схемы несущей системы боковой стены на технико-экономические показатели отечественного пассажирского вагона. Проведен анализ напряженно-деформированного состояния несущих конструкций кузова пассажирского вагона с различным конструктивным исполнением боковых стен. Оценено влияние конструкции боковой стены на тару вагона, напряженно-деформированное состояние несущей конструкции и стоимость жизненного цикла.

Ключевые слова: пассажирский вагон, боковая стена, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов, стоимость жизненного цикла

В настоящее время актуальной является задача создания современного пассажирского подвижного состава, обеспечивающего повышение скоростей, безопасности и комфортности перевозок при сокращении времени создания новых вагонов, их себестоимости и затрат в эксплуатации. Дополнительно достаточно новым требованием, выдвигаемым операторами пассажирских вагонов, является обеспечение привлекательного внешнего вида подвижного состава.

Указанные требования в значительной степени зависят от конструкции несущей системы пассажирского вагона, представляющего собой замкнутую тонкостенную подкрепленную оболочку с вырезами.

Анализ несущих конструкций кузовов пассажирских вагонов отечественных и зарубежных производителей показал, что в настоящее время изготавливаются вагоны с несколькими типами несущих систем боковых стен. Принципиально все несущие системы можно разделить на два типа: с гладкой наружной обшивкой и с гофрированной.

В конструкциях боковых стен с гладкой наружной обшивкой жесткость и устойчивость панелей обеспечивается: за счет внутренней гофрированной обшивки (рис. 1, *а*), за счет применения выпуклых панелей боковых стен (используются в зарубежных конструкциях вагонов), за счет применения специальных продольных подкрепляющих элементов – стрингеров (рис. 1, *б*). Конструкции гофрированных боковых стен различаются формой и количеством гофров.

Существуют конструкции с цилиндрическими (рис. 2, *а*), трапециевидными гофрами (рис. 2, *б*).

В работе рассмотрено влияние конструкции подкрепляющего набора боковой стены кузова пассажирского вагона на действующие напряжения, массу тары кузова и стоимость жизненного цикла.



а *б*

Рис. 1. Пассажирские вагоны производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод» с гладкой наружной обшивкой боковых стен:
модели 61-4170 «Тверской экспресс» (*а*); модели 61-4470 (*б*)



а *б*

Рис. 2. Пассажирские вагоны производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод» с гофрированной наружной обшивкой боковых стен:
модели 61-4179 (*а*); модели 61-4440 (*б*)

Оценка влияния конструкции боковой стены на напряженно-деформированное состояние несущей конструкции кузова осуществлялась с использованием метода конечных элементов.

Создание конечно-элементных моделей проводилось в два этапа. На первом этапе в среде промышленного программного комплекса трехмерного проектирования Siemens PLM Software NX формировалась геометрическая модель несущей конструкции.

В работе рассмотрены три варианта боковых стен. В первом варианте конструкции боковой стены с гладкой наружной обшивкой, подкрепленной с внутренней стороны гофрированной обшивкой с продольными трапециевидными гофрами, наружная и внутренняя обшивки соединены между собой контактной точечной сваркой. Моделирование листов наружной гладкой

1 и внутренней гофрированной 2 панелей обшивки выполнялось пластинчатыми конечными элементами, сварные точки стоимость – стержневыми элементами 3 (рис. 3). Параметры стержневых конечных элементов определяются из взаимодействия обшивок при относительном сдвиге в продольном направлении путем сравнения соответствующих деформаций, полученных по уточненной пластинчатой схеме метода конечных элементов и по пластинчато-стержневой конечно-элементной схеме [1].

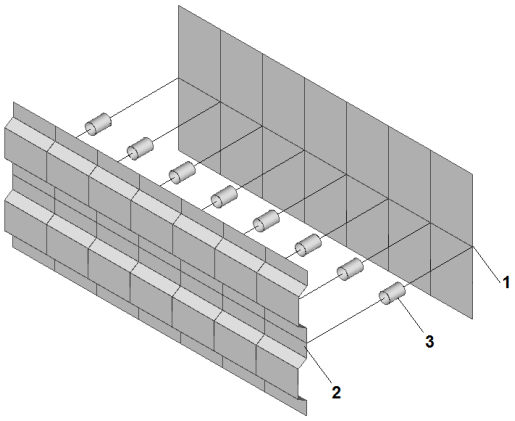


Рис. 3. Конечно-элементная схема двухслойной обшивки боковой стены

Второй рассматриваемый вариант предусматривает применение гофрированной обшивки с трапециевидными гофрами. Третий вариант несущей конструкции – с гладкой наружной обшивкой, подкрепленной продольными стрингерами z-образного сечения.

Конечно-элементные расчетные схемы второго и третьего вариантов обшивки боковой стены формировались из трех- и четырехузловых изотропных пластинчатых конечных элементов.

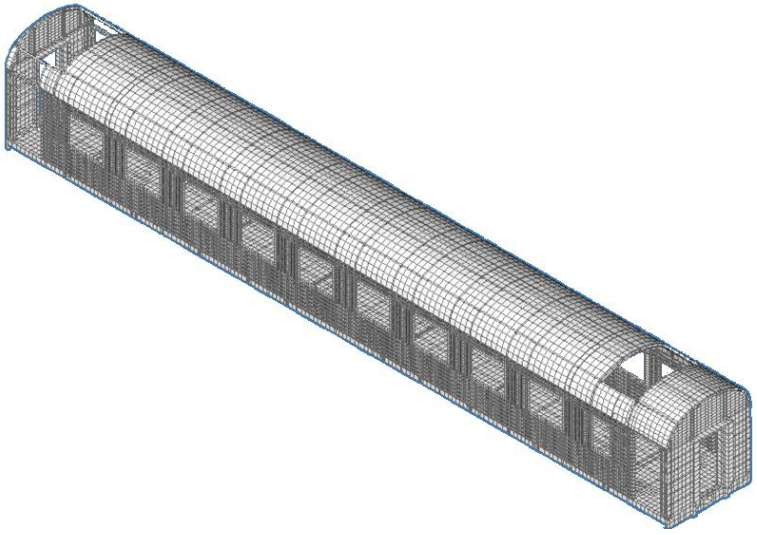


Рис. 4. Пластинчатая конечно-элементная модель несущей конструкции кузова пассажирского вагона

Генерация конечно-элементной сетки выполнялась автоматически с использованием алгоритмов, встроенных в модуль инженерных расчетов NX Advanced Simulation [2]. На рис. 4 представлена разработанная пластинчатая конечно-элементная модель варианта несущей конструкции кузова пассажирского вагона с подкреплением боковых стен продольными стрингерами.

Закрепление и нагружение конечно-элементной модели выполнялось в соответствии с требованиями [3].

Расчет производился с использованием решателя Nastran NX в статической постановке.

Масса несущей конструкции кузова оценивалась на основе разработанных трехмерных моделей с использованием программного комплекса Siemens PLM Software NX.

Оценка стоимости жизненного цикла для пассажирских вагонов с рассматриваемыми вариантами конструктивного исполнения боковых стен выполнялась в соответствие с методикой [4].

При анализе влияния конструкции подкрепляющего набора боковой стены пассажирского вагона на его технико-экономические показатели в качестве базового принят вагон с гофрированной обшивкой.

Результаты проведенных расчетов показали, что:

- применение двухслойной обшивки снижает действующие напряжения на 26%, увеличивает массу тары вагона на 23 % и повышает стоимость жизненного цикла;
- применение подкрепленной стрингерами гладкой обшивки боковых стен снижает действующие напряжения на 9 %, массу тары вагона на 4 %, стоимость жизненного цикла на 18 %.

С учетом эстетичного внешнего вида вагонов с гладкой наружной обшивкой, снижения трудоемкости нанесения лакокрасочных покрытий и коррозионной повреждаемости несущую конструкцию кузова с подкрепленной продольными стрингерами боковой стеной целесообразно принять в качестве основы для создания отечественного пассажирского вагона нового поколения.

Список литературы

1. *Антипин Д.Я.* Прогнозирование усталостной долговечности и живучести сварных несущих конструкций пассажирских вагонов с учетом их нагруженности при движении: дис… канд. техн. наук/ Д.Я. Антипин. – Брянск, 2004. – 165 с.
2. *Гончаров П.С.* NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012 – 504 с.
3. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). – М.: ГосНИИВ – ВНИИЖТ, 1996. – 319 с.
4. Методика определения стоимости жизненного цикла и лимитной цены подвижного состава и сложных технических систем железнодорожного транспорта. Распоряжение № 2459р. – М: ОАО «РЖД», 2008 – 60 с.

Митраков[1] А.С., аспирант, e-mail: mitrakov.tema@mail.ru;
Шорохов[2] С.Г., к.т.н., доцент, e-mail: shorsg@yandex.ru

[1] ФГБОУ ВПО «Уральский государственный университет путей сообщения»,
[2] ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Исследование влияния на безопасность движения пассажирских поездов параметров системы принудительного наклона кузова в кривых

Аннотация. Проведен анализ существующих систем принудительного наклона кузовов пассажирского подвижного состава в кривых участках пути. На основе анализа определены параметры системы, определяющие безопасность движения поездов. Выполнено исследование влияния на показатели безопасности движения пассажирского железнодорожного подвижного состава в кривых участках пути скорости движения и угла наклона кузова. Получены зависимости центробежной силы, дополнительного угла наклона кузова и непогашенного бокового ускорения, действующего на человека, от скорости движения вагона по кривым участкам пути. Определены предельно допустимые углы наклона кузовов вагонов и скорости движения в кривых, обеспечивающие безопасность эксплуатируемого пассажирского подвижного состава.

Ключевые слова: безопасность движения, пассажирский подвижной состав, система принудительного наклона кузова в кривых, непогашенное ускорение, возвышение наружного рельса

Развитие пассажирских железнодорожных перевозок связано с повышением средней маршрутной скорости и сокращением времени в пути. Одним из препятствий к достижению указанной цели является ограничение на скорость движения вагонов в кривых участках пути, которое связано с обеспечением безопасности в отношении опрокидывания вагона в кривых, а также необходимого для комфортной перевозки пассажиров уровня непогашенных боковых ускорений. В условиях роста конструкционных скоростей движения подвижного состава на участках пути со значительным количеством кривых эффект роста средних маршрутных скоростей практически отсутствует. Решение указанной проблемы является применение пассажирского подвижного состава с принудительным наклоном кузова в кривых. Системы принудительного наклона кузовов позволяют снизить воздействие на пассажиров центробежного ускорения при движении в кривых участках пути с повышенными скоростями [1, 2].

Проведенный анализ существующих конструкций систем наклона кузова позволил в качестве наиболее перспективной выбрать активную систему, позволяющую повысить скорость прохождения кривых малого радиуса с обеспечением комфортных условий проезда пассажиров.

Определение параметров системы принудительного наклона кузова, адаптированной к отечественным пассажирским вагонам, проводится на основе предложенной методики. На первом этапе определяются максимальные скорости движения вагона по кривым различного радиуса:

$$V_{\max} = \sqrt{\frac{h_{\max}}{S} g + a_{\text{нп}}^{\text{б}} \sqrt{R}} = A\sqrt{R}, \quad (1)$$

где $h_{\max}$ – максимальное возвышение наружного рельса в кривом участке пути, м; S – ширина колеи, м; $a_{\text{нп}}^{\text{б}}$ – непогашенное поперечное ускорение, действующее на буксу; R – радиус кривой, м; A – параметр, принимается равным 4,6.

На втором этапе рассматривается движение вагона по расчетным кривым в определенном интервале скоростей.

Для уменьшения влияния центробежной силы в кривых наружный рельс железнодорожного пути укладывают выше внутреннего, вследствие чего часть центробежной силы оказывается скомпенсированной силой тяжести. С учетом малости угла наклона пути на вагон будет действовать непогашенная боковая сила. Максимальное возвышение наружного рельса в кривых участках пути ограничивается величиной 0,15 м, что приводит к недостаточной компенсации центробежной силы. Для снижения центробежной силы кузов вагона наклоняется на дополнительный угол, являющийся функцией скорости движения вагона, радиуса кривой и угла наклона пути [3, 4]

$$\beta = arctg\left(\frac{V^2}{R \times g}\right) - \alpha, \quad (2)$$

где V – скорость движения вагона; g – ускорение свободного падения; α – угол наклона пути относительно горизонта.

Ограничение максимальной скорости движения пассажирского вагона, оснащенного системой принудительного наклона кузова, в кривых участках пути осуществляется исходя из двух условий:

– ограничение угла наклона кузова:

$$\alpha + \beta \le 8^{\circ}; \quad (3)$$

– ограничение непогашенного бокового ускорения, действующего на человека:

$$a_{\text{нп}} = \frac{V^2}{R} - \frac{g \times h}{S}, \quad (4)$$

где h – возвышение наружного рельса; S – ширина колеи.

Непогашенное боковое ускорение, действующее на человека, ограничивается величиной 1,2 м/с2 [5].

В соответствие с предложенной методикой определены значения дополнительных углов наклона кузова отечественного пассажирского вагона

производства ОАО «Тверской вагоностроительный завод» в кривых участках пути радиусом 200–2000 м. Построены графики зависимости центробежной силы, дополнительного угла наклона кузова и непогашенного бокового ускорения, действующего на человека, от скорости движения вагона по кривым участкам пути. В качестве примера на рис. 1, 2 представлены графики зависимости непогашенного ускорения, действующего на пассажира, и угла наклона кузова от скорости движения вагона в кривых.

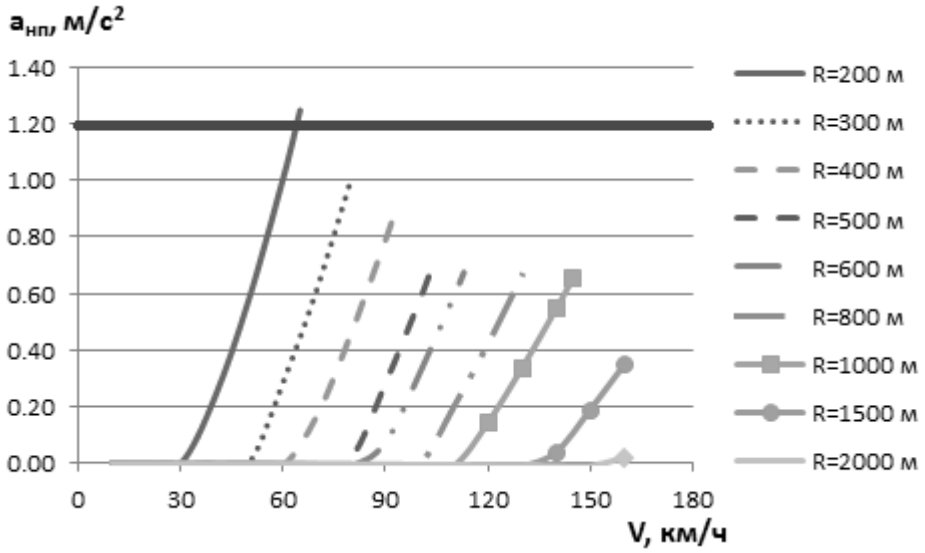


Рис. 1. Графики зависимости непогашенного ускорения, действующего на пассажира, от скорости движения вагона в кривых

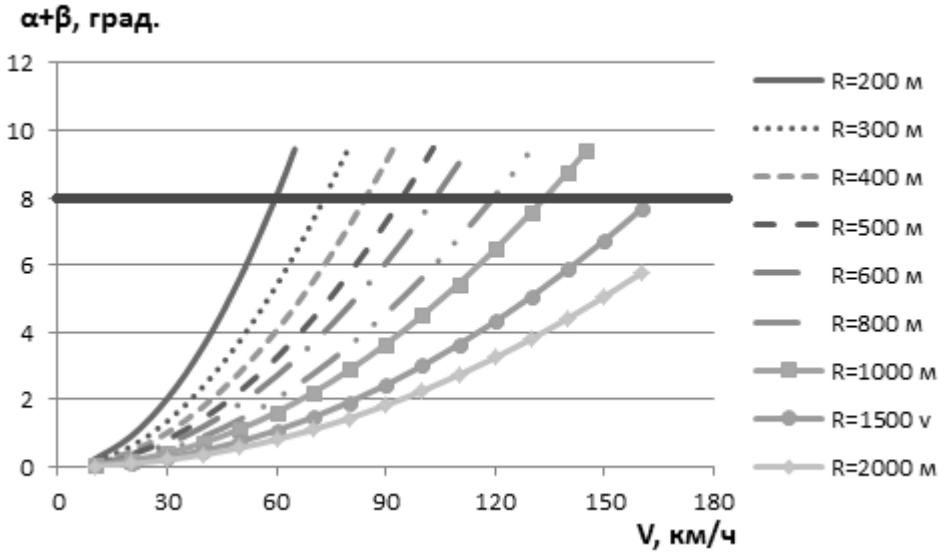


Рис. 2. Графики угла наклона кузова от скорости движения вагона в кривых

По результатам анализа полученных графиков определены параметры системы принудительного наклона кузова вагона в кривых участках пути, обеспечивающие безопасность движения поездов, что удовлетворительно согласуется с выводами, полученными в работе [6].

Список литературы

1. *Митраков А.С.* Методика оценки уровня комфорта пассажиров поездов, оборудованных системами принудительного наклона кузова в кривых / А.С. Митраков, В.Ф. Лапшин, Д.Я. Антипин // Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Мат. третьей всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием в трех частях. Часть 2. – Омск : Омский гос. ун-т путей сообщения, 2015. – С. 139–145.
2. *Митраков А.С.* Оценка динамических характеристик подвижного состава, оборудованного системой принудительного наклона кузова, методами математического моделирования / А.С. Митраков, Д.Я. Антипин // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии : материалы Всерос. науч.-практ. конф. – Кемерово : Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2015. – С. 244.
3. *Чудакова Е.В.* Оценка устойчивости двухэтажного пассажирского вагона от опрокидывания при прохождении в кривых участках пути / Е.В. Чудакова, Д.Я. Антипин // Бюллетень научных работ Брянского филиала МИИТ, 2013. – №1(3). – С. 25–28.
4. *Шалупина П.И.* Использование промышленных программных комплексов для исследования динамической нагруженности конструкций рельсового транспорта / П.И. Шалупина, Д.Я. Антипин // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях: сб. науч. тр. 5-ой Междунар. науч.-практ. конф. – Курск : Университетская книга, 2015. – С. 342–345.
5. *Антипин Д.Я.* Исследование динамических характеристик отечественного пассажирского подвижного состава, оборудованного системой принудительного наклона кузова в кривых / Д.Я. Антипин, В.В. Кобищанов, В.Ф. Лапшин, А.С. Митраков // Транспорт Урала, 2015. – № 3(46). – С. 54–59.
6. *Kobishanov V.V.* Passenger Car Safety Prediction / V.V. Kobishanov, V.P. Lozbinev, V.I. Sakalo, D.Y. Antipin, S.G. Shorohov, A.M. Vysocky // World Applied Sciences Journal (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society), 2013. – № 24. – P. 208–212.

Нагорнова Е.В., аспирант, e-mail: lovely.helen@yandex.ru;
Нагорнов Д.А., магистрант, e-mail: nagornov-88@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М Т Калашникова»

Технология управления процессами зимнего содержания улично-дорожной сети на основе информационной системы

Аннотация. В данной статье рассматриваются технологические процессы содержания улично-дорожной сети в зимний период, на основе которых разработана информационная система.

Ключевые слова: Зимняя скользкость, патрульная снегоочистка, общественный транспорт, транспортная задача, зимнее содержание улично-дорожной сети

Вся система мероприятий по зимнему содержанию дорог должна быть построена таким образом, чтобы обеспечить наилучшие условия для движения автомобилей, максимально облегчить и удешевить зимнее содержание.

В зимний период основными технологическими процессами при содержании дорог являются [2]:

1. Патрульная очистка проезжей части дорог от снега.

Патрульная снегоочистка производится одиночными или отрядом плужно-щеточных автомобилей. Патрулирование ведется периодическими проходами снегоочистителей по закрепленному для обслуживания участку дороги в течение всей метели или снегопада.

Для патрульной снегоочистки используют одноотвальные плужные и/или плужно-щеточные снегоочистители. Плужными автомобильными снегоочистителями снег перемещают от оси дороги к обочинам. Машины располагаются в плане уступами одна за другой на расстоянии 30–60 м, причем ближняя к обочине машина работает с боковым крылом (рис. 1) [14].

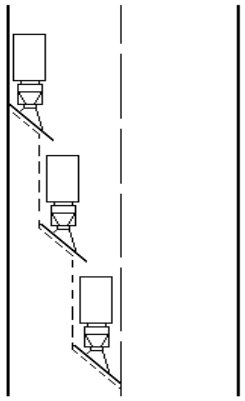


Рис. 1. Очистка дорог от снега отрядом снегоочистителей

Количество плужных и плужно-щеточных снегоочистителей $N_{\text{пщ}}$ для уборки снега с заданной территории можно рассчитать через производительность снегоочистителей ($\text{П}_\text{ч}$) в м^2/ч. [2]:

$$\text{П}_\text{ч} = 3600 \cdot b_\text{ш} V_\text{раб} k_\text{ип}, \quad (1)$$

где $b_\text{ш}$ – ширина полосы дороги, обрабатываемой за один проход, м; $V_\text{раб}$ – рабочая скорость снегоочистителя ($V_\text{раб}$ = 40…60), км/ч; $k_\text{ип}$ – коэффициент использования машины по времени $k_\text{ип}$ = 0,7…0,85,

$$N_\text{пщ} = \frac{F_\text{сн}}{\text{П}_\text{ч} \cdot T_\text{сн}}, \quad (2)$$

где $F_{сн}$ – площадь проезжей части, подлежащая снегоочистке, м^2; $П_ч$ – часовая эксплуатационная производительность снегоочистителя, м^2/ч; $T_{сн}$ – нормативный срок снегоочистки или период снегоочистки, ч.

Следует заметить, что при решении практических задач зимнего содержания автомобильных дорог, расчет количества плужных и плужно-щеточных снегоочистителей производится в зависимости от интенсивности снегонакопления на проезжей части (интенсивности снегопада) и технических характеристик снегоочистителей (рабочая скорость, ширина, угол и высота захвата плуга) [1, 3, 14, 15]. Расчет числа машин для патрульной очистки в этом случае производится следующим образом:

$$N_{пщ} = \frac{L \cdot n_{пр}}{V_{раб} \cdot k_{ип} \cdot t_{п}}, \quad (3)$$

где L – длина обслуживаемого участка дороги, км; $t_п$ – время между проходами снегоочистителей (допустимое время снегонакопления или периодичность снегоудаления), ч; $n_{пр}$ – количество снегоочистителей в звене, необходимое для полной уборки снега с половины ширины дорожного полотна:

$$n_{пр} = \frac{B}{2 \cdot (l_с - 0{,}25)}, \quad (4)$$

где B – ширина очищаемой поверхности, м; $l_с$ – ширина захвата снегоочистителя, м (основные технические характеристики плужных и плужно-щеточных снегоочистителей даны в «Методических рекомендациях…» [2]).

Время между проходами снегоочистителей:

$$t_{пр} = \frac{h_{доп}}{i_{сн}}, \quad (5)$$

где $h_{доп}$ – допустимая толщина слоя снега на покрытии, мм; $i_{сн}$ – интенсивность снегонакопления на покрытии, мм/ч.

При расчете необходимого количества плужных и плужно-щеточных снегоочистителей для очистки магистральных улиц участка УДС г. Ижевска (рисунок 2), с общей протяженностью улиц, подлежащих к очистке – 13,6 км., при интенсивности, например, 100 мм/ч. рекомендуемое количество снегоуборочной техники для патрульной очистки улиц составляет 9 единиц. При этом следует заметить, что ширина улиц варьируется от 15 до 30 м., соответственно количество снегоочистителей в звене (4) для очистки половины улицы будет варьироваться от 3 до 6. В целях снижения трудовых и финансовых затрат дорожных организаций, выполняющих работу по зимнему содержанию участков надо таким образом провести маршруты для плужных

очистителей, чтобы уложится в нормативный срок очистки при использовании минимального количества единиц техники.

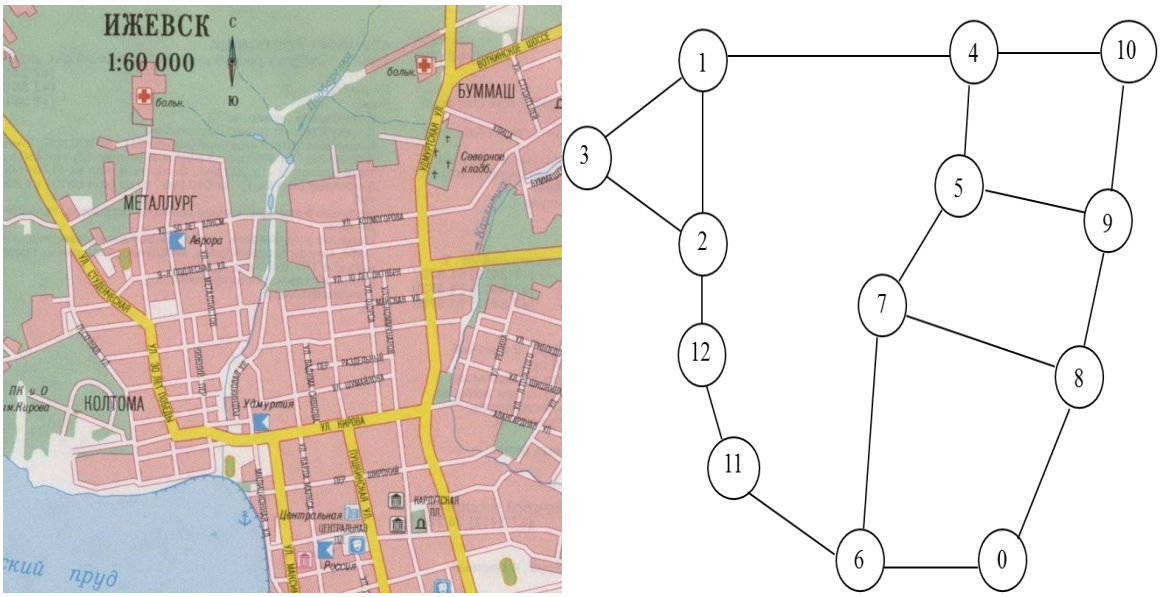


Рис. 2. Участок УДС г. Ижевска и обозначение магистральных улиц заданного участка в виде графа

2. Удаление снежных валов с обочин: сдвиганием, перекидкой, перекидкой у барьерных ограждений, сдвиганием с погрузкой в автосамосвалы (в основном на развязках в двух уровнях) и др.;

3. Удаление с проезжей части уплотненного снега;

4. Расчистка снежных заносов толщиной до 0,4 м, от 0,4 до 0,6 м, от 0,6 до 1,0 м и более 1,0 м;

5. Борьба с зимней скользкостью, в т.ч.: распределение пескосоляной смеси, распределение твердых реагентов в чистом виде, распределение увлажненных реагентов, распределение жидких реагентов.

Для борьбы с зимней скользкостью используются кристаллические и жидкие химические вещества. Определение необходимого количества распределителей $N_{рп}$ ведут согласно «Методическим рекомендациям…» [2] также через производительность распределителей ($П_ч$):

$$П_ч = \frac{1000 \cdot Q \cdot \gamma \cdot k_{ип}}{\rho \cdot (\frac{Q \cdot \gamma}{\rho \cdot b \cdot V_{раб}} + t_{загр} \frac{2 \cdot l}{V_{тр}})}, \quad (6)$$

где Q – вместимость распределителя, м^3; γ – плотность распределяемого материала, кг/м^3; ρ – норма распределения, г/м^2 (нормы распределения ПГМ в зависимости от температуры и вида покрытия даны в [3, 4, 13, 14, 15]); b – ширина распределения, м; $t_{загр}$ – время загрузки распределителя, ч; l – расстояние от места работы распределителя до загрузочной базы, км; $V_{раб}$ –

рабочая скорость, км/ч; $V_{тр}$ – транспортная скорость, км/ч; $k_{ип}$ – коэффициент использования машины по времени $k_{ип}$ = 0,7…0,85.

$$N_{рп} = \frac{F_{рп}}{П_{ч} T_{н}}, \quad (7)$$

где $F_{рп}$ – площадь проезжей части, подлежащая обработке ПГМ, м^2; $П_{ч}$ – часовая эксплуатационная производительность распределителя, м^2/ч; $T_{н}$ – нормативный срок ликвидации скользкости.

Для распределителей следует также учесть, что время цикла не должно быть больше нормативного времени ликвидации скользкости, время ликвидации зимней скользкости определено в ГОСТ Р 50597-93 «Автомобильные дороги и улицы…» [5].

Зимнее содержание организуется по принципу приоритета. В первую очередь мероприятия проводятся на дорогах с постоянным автобусным движением [1, 7, 8]. Своевременное выполнение перечисленных видов работ повышает безопасность движения, пропускную способность УДС в зимнее время, поэтому математическую задачу процессов зимнего содержания (патрульная очистка улиц от снега и борьба с зимней скользкостью) можно сформулировать как задачу с ограничением по времени для проведения работ по зимнему содержанию на заданном участке УДС, который можно представить в виде графа [2, 8, 9]:

$$G = (N, A),$$

где N – множество вершин, соответствующих перекресткам улиц (вершины 1, 2, …, n) и исходной базе, в которой начинают и заканчивают свой маршрут снегоуборочная техника (вершина 0); A – набор дуг, соединяющих вершины графа, соответствующих улицам заданного участка УДС.

Введем обозначения:

– C – множество улиц УДС, $|C| = n$;

– i, j – i-я и j-я вершины (перекрестки), $i \in C$, $j \in C$;

– $(i, j) \in A$ – дуга, соединяющая i-ю и j-ю вершины графа;

– d_i – расход реагента, согласно норме распределения, для обработки i-го участка УДС (т.е. $d_i = \rho \cdot S_i$, где ρ – норма распределения, т/км^2, S_i – площадь обрабатываемой поверхности i-го участка, км^2);

– t_{ij} – время перемещения по дуге (i, j), состоящее из времени обработки участка i и времени перемещения снегоуборочной техники от перекрестка i к перекрестку j;

– c_{ij} – стоимость перемещения снегоуборочной техники от перекрестка i к перекрестку j;

– V – количество идентичной снегоуборочной техники грузоподъемностью q;

– k – k-я единица снегоуборочной техники, $k \in V$;

– B_{ij} – нормативная потребность в снегоуборочной технике для проведения работ по зимнему содержанию участка УДС от перекрестка i к перекрестку j;

– $[a_i, b_i]$ – «временное окно» – промежуток времени, в течение которого должен быть обработан i-й участок;

– S_i^k – время прибытия k-ой единицы снегоуборочной техники к i-му участку; время отправления из базы для всех единиц снегоуборочной техники равно при патрульной снегоочистке времени оповещения, при ликвидации зимней скользкости – времени оповещения и времени загрузке (т.е. $S_0^k = t_{\text{оп}}$ и $S_0^k = t_{\text{оп}} + t_{\text{заг}}^k$, $\forall\, k \in V$);

– X_{ij}^k – переменная, принимающая значения $\{0, 1\}$ и характеризующая направление движения снегоуборочной техники: $X_{ij}^k = 1$ – от перекрестка i к перекрестку j, $X_{ij}^k = 0$ – в обратном направлении.

С учетом этих обозначений математическая формулировка будет следующей: *необходимо минимизировать целевую функцию* (8) *при ограничениях* (9)–(16):

$$\sum_{k \in V} \sum_{(i,\, j) \in A} c_{ij} X_{ij}^k, \tag{8}$$

$$\sum_{k \in V} k_i B_{ij} \sum_{j \in N} X_{ij}^k = 1, \forall i \in C, \tag{9}$$

$$\sum_{i \in C} d_i \sum_{j \in N} X_{ij}^k \le q, \forall k \in V, \tag{10}$$

$$\sum_{j \in N} X_{0j}^k = 1, \forall k \in V, \tag{11}$$

$$\sum_{j \in N} X_{ih}^k - \sum_{j \in N} X_{hj}^k = 0, \forall h \in C, \forall k \in V, \tag{12}$$

$$\sum_{i \in N} X_{i,0}^k = 1, \ \forall k \in V, \tag{13}$$

$$\sum_{j \in N} X_{ij}^k (S_i^k + t_{ij} - S_j^k) \le 0, \forall (i, j) \in A, \forall k \in V, \tag{14}$$

$$a_i \le S_i^k \le b_i, \forall i \in N, \forall k \in V, \tag{15}$$

$$X_{ij}^k \in \{0,1\}, \forall (i,j) \in A, \forall k \in V. \tag{16}$$

Целевая функция (8) определяет цену всех маршрутов всех единиц снегоуборочной техники. Ограничение (9) полагает, что каждый участок УДС обслуживается только один раз и нормативным количеством единиц снегоуборочной техники. Ограничение (10) определяет, что при обработке проезжей части ПГМ транспортное средство не может обработать больше участков УДС при заданной норме распределения, чем позволяет его грузоподъемность. Ограничение (11) означает, что каждая единица

снегоуборочной техники, при патрульной снегоочистке, покидает базу один раз. Ограничение (12) показывает, что транспортное средство может покинуть вершину *h*, только если он прибыл в эту вершину. Ограничение (13) означает, что все транспортные средства, при патрульной снегоочистке, возвращаются на базу, причем один раз, это ограничение следует из ограничений (11) и (12). Ограничение (14) означает что, если транспортное средство движется из вершины *i* в *j*, то время прибытия транспортного средства в *j* не может быть меньше суммы времени прибытия автомобиля в пункт *i* (S_i^k) и времени движения автомобиля из пункта *i* в пункт *j* (t_{ij}). Ограничение (15) – это ограничение по времени, ликвидация зимней скользкости и очистка проезжей части от выпавшего снега должно быть в пределах временного окна.

Для решения поставленной задачи была разработана блок-схема, представленная на рис. 3.



Рис. 3. Блок-схема ИС управления процессом содержания улично-дорожной сети в зимний период

Данный алгоритм стал основой для программного продукта, позволяющий реализовать предложенную модель решения задач зимнего содержания УДС.

Список литературы:

1. СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – М., 2011. – 110 с.
2. *Дягелев М.Ю.* Совершенствование системы управления содержанием улично-дорожной сети урбанизированных территорий в зимний период: автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.13.01 / Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова. Ижевск, 2013. – 16 с.
3. *Исаков В.Г., Дягелев М.Ю.* Применение метода анализа иерархий в оценке пропускной способности проезжей части городских дорог в зимнее время // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2011. – № 2. – С. 170–172.
4. Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования (приняты и введены в действие Письмом Росавтодора от 17.03.2004 №ОС-28/1270-ис). – М., 2004. – 229 с. – URL: http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=STR;n=9829 (дата обращения: 25.03.2013).
5. ГОСТ Р 50597-93 Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – М., 1994. – 8 с.
6. ОДМ Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования. – М., 2004. – 229 с.
7. *Абрамова А.А., Дягелев М.Ю., Исаков В.Г.* Составление маршрута обваловки и вывоза свежевыпавшего снега с помощью метода Кларка – Райта // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2013. – № 3 (59). – С. 99–102.
8. *Абрамова А.А., Дягелев М.Ю., Исаков В.Г.* Применение метода графов в оценке безопасности городской улично-дорожной сети // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2013. – № 2 (58). – С. 113-116.
9. *Владимирова Е.В., Дягелев М.Ю., Исаков В.Г.* Математическая модель определения выгодных маршрутов зимнего содержания улично-дорожной сети // Сборник научных трудов Sword. – Выпуск 3. – Т. 1. – Одесса : КУПРИЕНКО СВ, 2013 – С. 37–41.
10. *Оре О.* Теория графов. – М.: Наука, 1980. – 336 с.
11. *Воронков А.Г., Андрианов К.А.* Зимнее содержание автомобильных дорог: методические указания. – Тамбов : Изд-во ТГТУ, 2008. – 36 с.
12. ОДМ 218.2.018-2012 Методические рекомендации по определению необходимого парка дорожно-эксплуатационной техники для выполнения работ по содержанию автомобильных дорог при разработке проектов содержания автомобильных дорог. – М., 2012. – 83 с.
13. ОДМ Руководство по борьбе с зимней скользкостью на автомобильных дорогах. – М., 2003. – URL: http://files.stroyinf.ru/Data1/41/41133/ (дата обращения: 23.03.2013.).

14. *Кристофиденс Н.* Теория графов. Алгоритмический подход. – М.: Мир, 1978. – 432 с.
15. *Чан ТхиХыонг, Шуршев В.Ф.* Разработка математической модели для решения задачи оптимизации управления перегрузочными процессами морского порта // Вестник АГТУ. – 2011. – №1. – С. 83–88.

Шалупина П.И., студент, e-mail: p.shalupina@gmail.com;
Антипин Д.Я., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Исследование усталостной долговечности рамы тележки поезда-трамвая

Аннотация. На основе анализа существующих конструкций экипажных частей моторвагонного подвижного состава отечественного и зарубежного производства предложена оригинальная конструкция тележки вагона поезда-трамвая. Для исследования усталостной долговечности разработанной конструкции рамы тележки на первом этапе проведена оценка динамической нагруженности конструкции. На втором этапе данной работы на основе полученных при оценке нагруженности результатов проведено исследование усталостной долговечности рамы тележки поезда-трамвая.

Ключевые слова: поезд-трамвай, экипажная часть, ходовая часть, моторвагонный подвижной состав железных дорог, динамика, прочность, усталостная долговечность, динамическая нагруженность

Проблема высокой плотности населения в современном мире стоит особенно остро. В развитых странах мира в настоящее время центром деловой активности, а зачастую и промышленности, становится мегаполис – крупный город с населением более 1 млн. человек. Среди мегаполисов наибольшее распространение имеют агломерации – области с центром непосредственно в самом мегаполисе, по соседству с которыми располагаются города-спутники. Современная ситуация такова, что значительная часть населения городов-спутников ведет трудовую деятельность в мегаполисе. Такое положение дел способствует возникновению объемных пассажиропотоков. В связи с высокой плотностью населения в мегаполисах и большим спросом на транспортные услуги, использование личного и общественного автомобильного транспорта – неэффективно вследствие высокой стоимости топливно-энергетических ресурсов и большой вероятности возникновения заторов на дорогах.

Анализ международного опыта пассажирских перевозок в крупных мегаполисах показывает, что наиболее эффективным средством решения проблем, связанных с разгрузкой транспортной системы, является использование железнодорожного транспорта, тесно интегрированного в городскую инфраструктуру. Во многом это обусловлено тем, что возможности

развития сети метрополитена в мегаполисах ограничены как значительными финансовыми затратами, так и геологическими особенностями региона.

В настоящее время для решения проблем пассажирских перевозок в мегаполисах развитых стран Европы широко используются поезда-трамваи.

Поезд-трамвай – это вид железнодорожного транспорта, особенностью которого является возможность использования пригородными поездами инфраструктуры городских трамвайных сетей после незначительной модернизации. В черте города данный вид транспорта работает в режиме трамвая с большой частотой остановок для посадки и высадки пассажиров. В пригородных районах поезд-трамвай переключается на поездной режим работы (режим электропоезда) с более редкими, по сравнению с городскими условиями, остановками.

Основными производителями подвижного состава железных дорог, ориентированного на применение в комбинированных транспортных системах являются 4 крупные зарубежные компании: «Euronext: ALO» («Ситадис»); Bombardier Inc. («Флексити»); Siemens AG (S70); Vossloh AG («СитиЛинк»).

Существующие поезда-трамваи имеют сходные технические характеристики. Это обусловлено тем, что эти поезда предназначены для выполнения одних и тех же задач [3].

Основной задачей данной работы является разработка конструкции экипажной части поезда-трамвая, которая отвечала бы требованиям российской нормативной документации. При этом целью работы является исследование усталостной долговечности рамы тележки данного вида транспорта. Это обусловлено тем, что рама тележки является основным несущим элементом в конструкции экипажной части поезда. В связи с этим, исследование усталостной долговечности рамы тележки является важным этапом в оценке безопасности эксплуатации и динамических качеств поезда-трамвая.

На основе проведенного анализа принята схема тележки, сочетающая в себе использование колесной пары с надбуксовым положением рамы.

Из всей совокупности особенностей данной тележки можно выделить применение омегообразной рамы и пневматических рессор в центральной ступени подвешивания. Данная конструкция в полной мере отвечает требованиям российской нормативной документации на проектирование моторвагонного подвижного состава и условиям снижения затрат на эксплуатацию и ремонт поездов-трамваев.

На первом этапе рассчитывались динамические нагрузки, действующие на раму тележки в процессе движения вагона по расчетным неровностям. Определение динамических нагрузок осуществлялось на основе динамической твердотельной модели движения вагона.

Исследование динамической нагруженности несущей конструкции рамы тележки прицепного вагона поезда-трамвая выполнено методами твердотельного математического моделирования с использованием отечественного программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм» [2]. Компьютерная твердотельная модель поезда-трамвая формировалась на основе разработанных в среде промышленного

программного комплекса Siemens PLM Software NX трехмерных моделей основных несущих элементов рассматриваемой конструкции [1]. Работа пневморессор описывается в рамках модели GENSYS, реализованной в графической среде имитационного моделирования Matlab Simulink и интегрированной в динамическую модель поезда-трамвая с помощью встроенного модуля программного комплекса «Универсальный механизм».

Динамическая модель поезда-трамвая состоит из твердотельной модели кузова 1-го прицепного вагона, соединенного с моторной секцией, которая, в свою очередь, соединяется со 2-м прицепным вагоном (рис. 1). Каждый из прицепных вагонов опирается на необмотороенную тележку в виде подсистемы второго уровня, моторная секция – на обмотоpенную тележку.

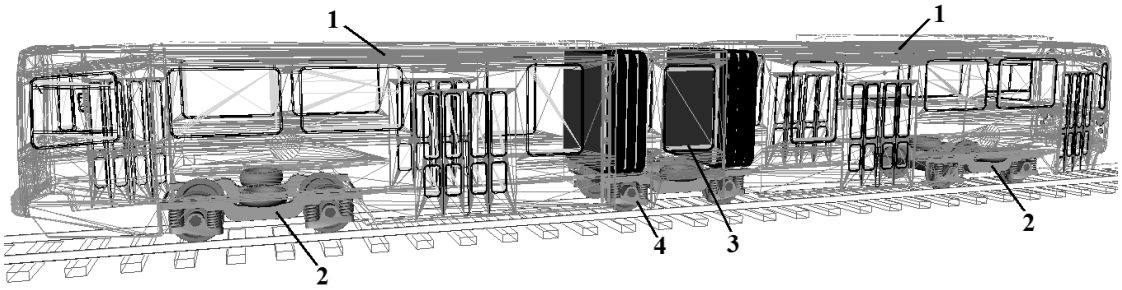


Рис. 1. Твердотельная компьютерная модель поезда-трамвая: 1 – прицепной вагон; 2 – необмоторенная тележка; 3 – моторная секция; 4 – обмоторенная тележка

В расчетной схеме кузов вагона представляется в виде абсолютно твердого тела, обладающего шестью степенями свободы, с реальными инерционными и геометрическими характеристиками, соответствующими полностью загруженному и экипированному кузову в соответствии с нормативами.

Опирание кузова на тележки через пневматические рессоры моделируется с помощью силовых контактных элементов типа точка – плоскость, входящих в стандартный набор элементов программного комплекса.

Динамическая модель тележки представляет собой систему абсолютно твердых тел, связанных силовыми элементами и шарнирами.

Исследование усталостной долговечности рамы тележки проводилось с использованием разработанной программы анализа усталостной долговечности сварных несущих конструкций вагонов. Рассматривались различные режимы движения, получены динамические продольные усилия в упруго-диссипативных линейных биполярных силовых элементах, моделирующих буксовые поводки.

На втором этапе динамические нагрузки, действующие на раму тележки при движении вагона по расчетным неровностям пути прикладываются к упруго-диссипативной динамической КЭ модели рамы тележки (рис. 2) в соответствии со схемой нагружения. По результатам расчетов определены наиболее нагруженные элементы модели рамы.

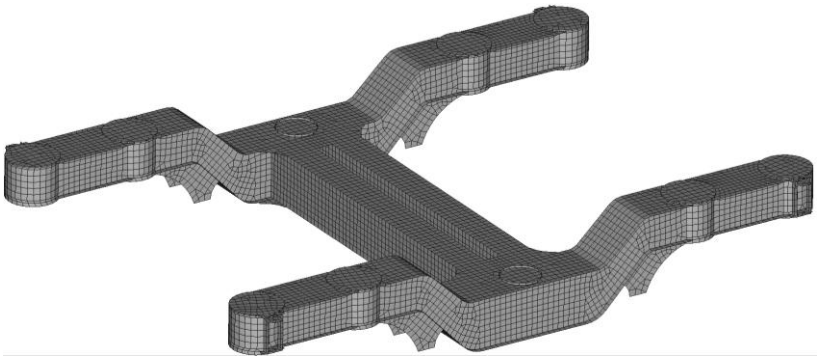


Рис. 2. Пластинчатая конечно-элементная модель рамы тележки поезда-трамвая

Оценка усталостной долговечности несущей конструкции рамы тележки осуществлялась по наиболее нагруженным швам с использованием расчетной программы оценки долговечности сварных несущих конструкций вагонов. Результаты расчета усталостной долговечности исследуемых сварных швов представлены в таблице.

Таблица. **Результаты расчета усталостной долговечности исследуемых тавровых сварных швов**

№ п/п	Параметр	Обозн.	Расч. зависимость	Значения	
				Шов 1	Шов 2
1	Коэффициент концентрации напряжений при изгибном нагружении таврового сварного шва	$K_{\sigma и}$	(2.41)	2,282	2,366
2	Коэффициент концентрации напряжений при нормальном нагружении таврового сварного шва	$K_{\sigma р}$	(2.43)	2,667	2,825
3	Эффективный коэффициент концентрации напряжений в зоне таврового сварного шва	$\overline{K}_{\sigma}$	(2. 39)	2,475	2,596
4	Среднее значение общего коэффициента снижения предела выносливости натурной детали по отношению к пределу выносливости гладкого стандартного образца	$\left(\overline{K}_{\sigma}\right)_K$	(2.8)	3,63	3,808
5	Среднее значение предела выносливости натурной детали, МПа	$\overline{\sigma}_{a,N}$	(2.7)	46,83	44,64
6	Предел выносливости натурной детали, МПа	$\sigma_{a,N}$	(2.6)	41,44	39,51
7	Величина выражения $\sigma_{ai}^{m} P_i$	$\sigma_{ai}^{m} P_i$	–	31132	29090
8	Ресурс сварного шва в циклах нагружения $\times 10^7$	$N_{\text{с}}$	(2.15)	9,02	7,98
9	Расчетный срок службы сварного шва, лет	$T_{\text{к}}$	(2.21)	12,54	10,88

Представленные результаты расчета соответствуют требованиям нормативно-технической документации. Значит, предложенная конструкция тележки может использоваться как на магистральных путях железных дорог России, так и на внутригородских линиях.

Список литературы

1. *Гончаров П.С.* NX Advanced Simulation. Инженерный анализ. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 504 с.
2. *Антипин Д.Я.* Использование промышленных программных комплексов для исследования динамической нагруженности конструкций рельсового транспорта / Шалупина П.И., Антипин Д.Я. // Инновации, качество и сервис в технике и технологиях Сб. науч. тр. 5-ой Междунар. науч.-практ. конф. / Отв. ред. Горохов А.А. – Курск, 2015. – С. 342–345.
3. *Шалупина П.И.* Создание вагона-трамвая нового поколения для российских мегаполисов // Новые горизонты: Материалы Междунар. конф.-конкурса, Брянск, 18 марта 2015 года / под ред. О.М. Голембиовской. – Брянск : БГТУ, 2015. – С. 50.
4. *Антипин Д.Я.* Исследование динамических характеристик отечественного пассажирского подвижного состава, оборудованного системой принудительного наклона кузова в кривых / Антипин Д.Я., Кобищанов В.В., Лапшин В.Ф., Митраков А.С. // Транспорт Урала. – 2015. – № 3 (46). – С. 54–59.

Шорохов С.Г., к.т.н., доцент, e-mail: shorsg@yandex.ru

ФГБОУ ВПО «Брянский государственный технический университет»

Методика прогнозирования уровня травмирования членов локомотивных бригад тягового подвижного состава при аварийных столкновениях

Аннотация. Предложена методика прогнозирования уровня травмирования членов локомотивной бригады тягового подвижного состава при продольных аварийных соударениях как наиболее вероятном сценарии аварийного столкновения на отечественных железных дорогах. Методика построена на использовании методов твердотельного компьютерного моделирования аварийных ситуаций. Для уточненной оценки степени травмирования членов локомотивных бригад в аварийной ситуации компьютерные модели подвижного состава дополнены моделями антропометрических манекенов. В качестве критериев травмирования приняты критерии, используемые Американским национальным управлением безопасности на транспорте (NHTSA) при исследовании процессов травмирования пассажиров в аварийных ситуациях на различных видах транспорта с использованием физических и компьютерных моделей антропометрических манекенов. Методика апробирована на примере оценки уровней травмирования локомотивных бригад электропоезда ЭД4М, тепловозов 2ТЭ121, ТЭП80, электровоза ЧС4. Для указанного типа подвижного

состава определены параметры сценариев аварийных столкновений, угрожающие жизни членов локомотивных бригад.

Ключевые слова: аварийное соударение, травмирование в аварийных ситуациях, электропоезд, компьютерное моделирование, локомотивная бригада, критерий травмирования, антропометрический манекен

Анализ последствий аварийных ситуаций, связанных с травмированием или гибелью членов локомотивных бригад при продольных аварийных соударениях, показал, что они являются следствием ударного взаимодействия людей с элементами интерьера кабины машиниста. Наибольшие травмы получает персонал локомотивов, спроектированных в 60–90 гг. XX в. Подобные локомотивы являются основой тягового парка российских железных дорог.

При проектировании интерьера данных локомотивов недостаточное внимание уделялось необходимости обеспечения безопасности членов бригад в аварийных ситуациях. В связи с этим целью работы является создание методики оценки безопасности кабин машиниста существующего тягового подвижного состава и выработка мер по ее повышению.

Оценка безопасности подвижного состава в аварийных ситуациях возможна [1, 2] на основе анализа последствий аварийных ситуаций, проведения натурных испытаний, математического моделирования.

Из перечисленных методов наиболее применимым для решения поставленной задачи является метод математического моделирования, поскольку он связан с наименьшими материальными затратами и позволяет рассмотреть наибольшее количество сценариев аварийных ситуаций с участием различных конструкций подвижного состава [3–5].

Проведенный анализ подходов к теоретическому исследованию причин травмирования людей в аварийных ситуациях на транспорте показал, что в их основу положены математические модели антропометрических манекенов, используемых при натурных экспериментах [6, 7]. Среди специализированных манекенов наиболее универсальным и получившим наибольшее распространение является антропометрический манекен Hybrid III 50^{th} Percentile Male. Использование связки математическая модель – натурный манекен позволяет надежно верифицировать компьютерную модель манекена данными натурных экспериментов, представленных в открытых литературных источниках.

Методика предполагает создание компьютерных моделей сценариев аварийных ситуаций, связанных с продольными столкновениями подвижного состава с препятствиями как аварий с наиболее тяжелыми последствиями. В соответствии с требованиями [8] в качестве препятствий рассматриваются автомобиль и грузовой вагон. Методом исследования является твердотельное моделирование, реализованное в среде промышленного программного комплекса моделирования динамики систем тел «Универсальный механизм».

Компьютерная модель аварийной ситуации представляет собой моделирование соударения твердотельной модели железнодорожного состава,

состоящего из локомотива и четырех вагонов, с препятствием, характеристики которого принимаются в соответствии с [8]. В модели локомотива детально описаны геометрические особенности интерьера кабины машиниста. В кабину локомотива в качестве подсистем включены твердотельные модели антропометрических манекенов. В качестве примера на рисунке приведены фрагменты твердотельной модели электропоезда постоянного тока ЭД4М с включенными в нее компьютерными моделями манекенов, описывающих поведение членов локомотивной бригады в аварийных ситуациях.

Упруго-диссипативное взаимодействие манекена с элементами интерьера кабины управления описывается специализированными контактными элементами программного комплекса [9].

Адекватность результатов моделирования подтверждена их сопоставлением с данными натурных экспериментов. Степень травмирования оценивается по критериям Американского национального управления безопасности на транспорте (NHTSA).

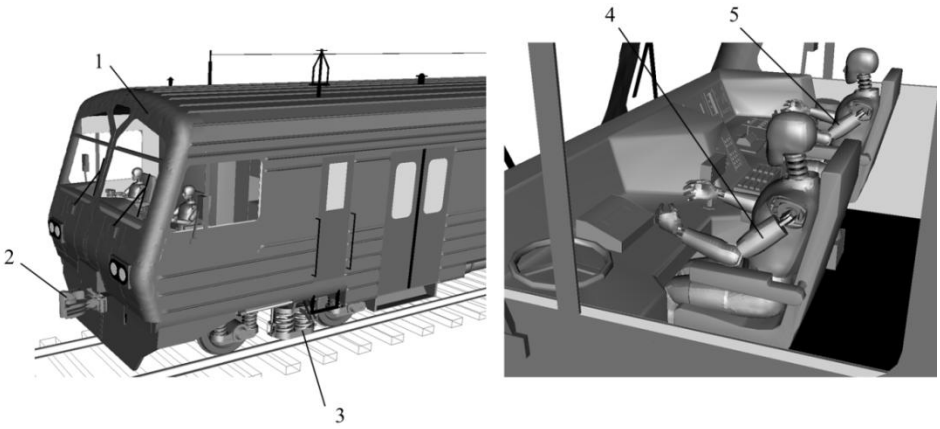


Рис. Фрагмент компьютерной модели головного вагона электропоезда:
1 – твердотельная модель кузова; 2 – подсистема «автосцепное оборудование»;
3 – подсистема «тележка»; 4 – твердотельная модель манекена «помощник машиниста»; 5 – твердотельная модель манекена «машинист»

Методика апробирована на примере анализа безопасности кабин электропоезда постоянного тока ЭД4М, тепловозов 2ТЭ121, ТЭП80, электровоза ЧС4. Исследования показали, что вероятность серьезного травмирования членов локомотивной бригады для рассматриваемых локомотивов возникает при столкновениях с автомобилями на скоростях более 30 км/ч, а при столкновениях с грузовыми вагонами – на скоростях более 15 км/ч. Наибольшие травмы получает помощник машиниста, т.к. в процессе движение находится в кабине стоя. Повреждения возникают вследствие взаимодействия членов бригады с пультом управления локомотивом и лобовым стеклом. На основе проведенных исследований предложен ряд мероприятий, направленных на повышение безопасности членов локомотивной бригады при продольных столкновениях.

Список литературы

1. *Кобищанов В.В.* Оценка нагруженности кузовов пассажирских вагонов при столкновении поездов с препятствиями методами компьютерного моделирования/ В.В. Кобищанов, Д.Я. Антипин, С.Г. Шорохов // Безопасность движения поездов XV науч.-практ. конф.: труды. – М.: МГУПС, 2014. – С. VII-42.
2. *Kobishanov V.V.* Passenger Car Safety Prediction / V.V. Kobishanov, V.P. Lozbinev, V.I. Sakalo, D.Y. Antipin, S.G. Shorohov, A.M. Vysocky // World Applied Sciences Journal, 2013. – № 24. – С. 208–212.
3. *Антипин Д.Я.* Разработка компьютерной модели соударения пассажирского поезда с препятствием / Д.Я. Антипин, С.Г. Шорохов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии: материалы междунар. науч.-техн. конф. – Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2014. – С. 61–62.
4. *Шорохов С.Г.* Выбор параметров энергопоглощающих устройств систем пассивной безопасности пассажирских вагонов на основе моделирования / С.Г. Шорохов, Д.Я. Антипин // «Trans-Mech-Art-Chem». Тр. X Междунар. науч.-практ. конф. – М.: МИИТ, 2014. – С. I-113–I-115.
5. *Кобищанов В.В.* Разработка конструктивных мер повышения пассивной безопасности отечественных пассажирских вагонов / В.В. Кобищанов, Д.Я. Антипин, Д.Ю. Расин, С.Г. Шорохов // Вестник Брянского государственного технического университета, 2013. – №4. – С. 27–33.
6. *Kobishanov V.V.* Emergency Situations, Based on Simulation/ V.V. Kobishanov, G.S. Mihalchenko, V.P. Tihomirov, G.A. Fedyaeva, D.Y. Antipin, S.G. Shorohov //World Applied Sciences Journal, 2013. – № 24. – С. 86-90.
7. *Антипин Д.Я.* Аспекты защиты пассажиров отечественных вагонов при продольных аварийных соударениях / Д.Я. Антипин, С.Г. Шорохов // Материалы 3-й междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов «Проблемы техносферной безопасности-2014». – М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. – С. 132–134.
8. ГОСТ 32410-2013. Крэш-системы аварийные железнодорожного подвижного состава для пассажирских перевозок. Технические требования и методы контроля.
9. *Антипин Д.Я.* Оценка безопасности локомотивной бригады электропоезда при продольном аварийном соударении с препятствием / Д.Я Антипин, В.В. Кобищанов, С.Г. Шорохов // Транспорт Российской Федерации, 2015. – №3. – С. 47–49.

Раздел 12. Энергоэффективность и энергосбережение

Содержание

Ёрохов С.А. Применение асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и активных выпрямителей в составе электропривода технологических комплексов морских буровых платформ ... 910

Конышева Е.С., Корепанов Е.В. Повышение энергоэффективности жилых зданий ... 916

Нестерова А.М, Иванова И.Б. Методика выбора утеплителя для малоэтажного жилищного строительства ... 922

Сафин Р.Р., Мухаметзянов Ш.Р., Мухаметзянова З.Р. Повышение энергоэффективности процессов сушки древесины с помощью теплового насоса ... 927

Сафин Р.Р., Назипова Ф.В., Зиатдинов Р.Р. Интенсификация процесса предварительной химической обработки древесины в производстве композиционных материалов ... 931

Сафин Р.Р., Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А. Исследование влияния температуры термической обработки древесного топлива на эффективность сушильной установки ... 936

Стародубцева В.А., Шкляев М.О. Перспективы использования суперконденсаторов в блоках рекуперации лифтов ... 941

Фахразиев И.И., Хворенков Д.А., Варфоломеева О.И. К вопросу о температурно-влажностном режиме строительных конструкций железобетонной дымовой трубы ... 945

Хайруллин С.А., Хайруллина А.А. Анализ систем подогрева газа в детандер-генераторных агрегатах ... 951

Хасанов А.Р., Стародубцева В. А. Анализ технологических решений по применению частотных преобразовате ... 956

Zaytcev I.I., Syakterev V.N. The evaluation of the effectiveness of multipulse rectifiers composed of frequency converters to reduce coefficient of harmonic distortion of input current ... 964

УДК 620.9(045)

Раздел 12. Энергоэффективность и энергосбережение

Ёрохов С.А., аспирант, e-mail: stas_yorohov@mail.com;

ФГБОУ ВПО «Национальный минерально-сырьевой университет «Горный» (Горный университет)»

Применение асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором и активных выпрямителей в составе электропривода технологических комплексов морских буровых платформ

Аннотация: В настоящее время наблюдается сокращение объемов добычи углеводородов в традиционных регионах и переориентация добывающих компаний в сторону шельфов дальневосточных и арктических морей. Для разработки морских месторождений углеводородов применяются буровые суда и морские буровые платформы различных типов, имеющие в своём составе буровые комплексы. Для улучшения технико-экономических показателей и снижения эксплуатационных затрат необходимо повышать эффективность использования оборудования буровых комплексов. На сегодняшний день основным приводом технологического оборудования морских буровых платформ является электропривод постоянного тока. Выявлена необходимость применения асинхронного электродвигателя для повышения технико-экономических показателей буровых платформ. В качестве электродвигателя предлагается применять асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Рассмотрены основные типовые электротехнические схемы технологического комплекса буровой установки. Проанализированы особенности системы энергоснабжения буровой платформы. Показано, что вопрос обеспечения электромагнитной совместимости является важнейшим при разработке структуры электротехнической системы буровой установки, так как большое влияние на показатели качества электроэнергии и на режим работы источников энергии оказывают электромеханические и электромагнитные процессы в электроприводе. Приведены способы решения этого вопроса, требующие применения устройств, призванных снижать негативное влияние преобразователей (нелинейных потребителей) на качество электрической энергии и способных осуществлять рекуперацию энергии в сеть. Предложена электротехническая схема с применение активного выпрямителя для обеспечения электромагнитной совместимости. Применение активного выпрямителя позволит повысить качество электрической энергии в автономной электрической сети.

Ключевые слова: буровая платформа, шельф, электропривод переменного тока, активный выпрямитель

В настоящее время наблюдается сокращение объемов добычи углеводородов в традиционных регионах и переориентация добывающих компаний в сторону новых районов нефтегазодобычи – Дальнего Востока, Восточной Сибири, шельфов дальневосточных и арктических морей. В связи с этим всё ост-

рее встает вопрос разработки морских месторождений нефти. Российская Федерация в данной ситуации имеет преимущество, так как континентальный шельф, примыкающий к территории нашей страны, является самым большим в мире (около 5 млн. км^2). Официальная количественная оценка ресурсов западно-арктических, восточно-арктических и дальневосточных морей была проведена ФГУП «ВНИИ Океанологии им. И.С. Грамберга» в 1993 и 2002 годах. Согласно этой оценке на российских шельфах сосредоточено более 16,7 млрд. т. начальных суммарных ресурсов (НСР) нефти и около 78,8 трлн. куб. м НСР природного газа, что составляет около 20% НСР нефти и 30% НСР газа России [1].

Для разработки морских месторождений нефти применяются буровые суда и морские буровые платформы различных типов, имеющие в своём составе технологические буровые комплексы. Согласно статистическим данным, рынок буровых платформ, даже в условиях нынешних низких цен на нефть ожидает рост, особенно высокий спрос будет на буровые платформы, способные работать в особо тяжелых условиях. Также наблюдается рост уровня ставок на аренду и стабилизация коэффициента использования этих буровых платформ [2]. Для улучшения этих показателей и снижения эксплуатационных затрат необходимо повышать эффективность использования оборудования буровых комплексов.

Сегодня основным приводом оборудования, входящего в состав технологического комплекса буровой платформы или бурового судна, является электропривод. В связи с этим целесообразным решением повышения технико-экономических показателей буровых платформ и судов является разработка структуры и алгоритмов эффективного управления электроприводом данного оборудования. В рамках этого решения является актуальной задача не только применения на уже строящихся и проектируемых буровых установках современных систем электропривода, но и модернизация уже существующих.

На сегодняшний день электроприводы технологических комплексов подразделяются на две группы: электроприводы постоянного тока и электроприводы переменного тока. Первый тип привода является наиболее распространенным в силу ряда причин, основной из которых является тот факт, что более половины ныне действующих платформ были построены 15-20 лет назад. Типовая схема электротехнического комплекса буровой установки с электроприводами постоянного тока представлена на рис. 1.

Электроприводы переменного тока стали применяться сравнительно недавно, когда развитие силовой электроники позволило создать надежные и эффективные преобразователи частоты. Переход на асинхронный частотно-регулируемый электропривод механизмов БУ позволит заметно повысить энергетические показатели всего электротехнического комплекса БУ за счет более высокого коэффициента мощности преобразователей частоты на основе автономных инверторов напряжения с широтно-импульсной модуляцией их выходного напряжения, слабо зависимого от диапазона регулирования скорости приводов. В итоге возможно исключение регулируемых ФКУ, снижение расчетной

мощности трансформатора питания электроустановок БУ, степени искажения питающего их напряжения.

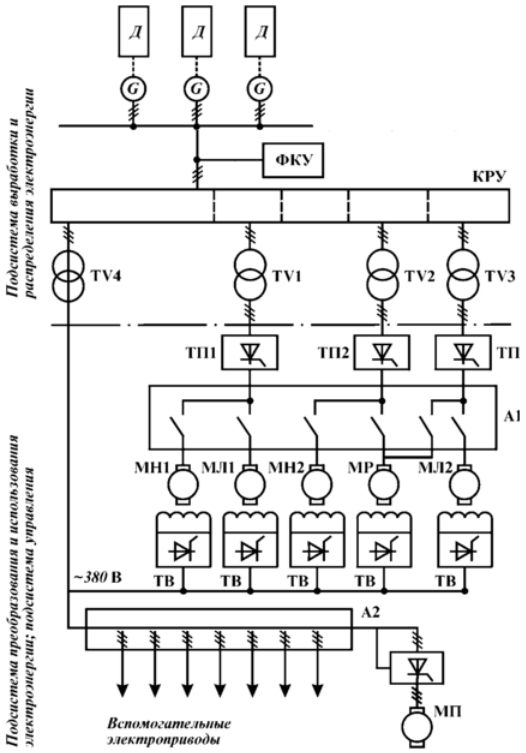


Рис. 1. Типовая схема электротехнического комплекса буровой установки с электроприводами постоянного тока: Д - дизель; G - генератор переменного тока; ФКУ - фильтрокомпенсирующее устройство; КРУ - комплектное распределительное устройство высокого напряжения; TV - силовые понижающие трансформаторы; ТП -силовые тиристорные преобразователи; А1 - комплектное устройство с силовыми переключателями постоянного тока; МЛ, МН, МР, МП – электродвигатели, соответственно, буровой лебедки, бурового насоса, ротора и регулятора подачи долота; ТВ - тиристорные возбудители; А2 - шкаф управления электроприводами вспомогательных механизмов.

В качестве электродвигателя применяется асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором. Данный электродвигатель обладает рядом особенностей по сравнению с электродвигателем постоянного тока:

- отсутствует щеточно-коллекторный узел и как следствие, не требуется частое проведение технического обслуживания. В связи с этим асинхронный электродвигатель с короткозамкнутым ротором имеет самую низкую категорию сложности ремонта [3];

- системы электропривода на базе асинхронного двигателя и преобразователя частоты получаются проще, легче, компактней и дешевле, чем подобные системы на базе двигателя постоянного тока. Это связано с простотой конструкции асинхронного двигателя и с развитием силовой электроники и микропроцессорной техники;

Совокупность этих качеств делает возможным и целесообразным применение асинхронного электродвигателя в качестве приводного двигателя различных механизмов технологического комплекса морской буровой платформы.

Современные буровые установки комплектуются, как правило, электротехнической системой, обладающей некоторыми особенностями, а именно:

- источник энергии на буровой платформе является автономным и зачастую представлен несколькими дизель-генераторами;
- мощность электроприводов, входящих в технологический комплекс соизмерима с мощностью источника энергии;
- переменный характер нагрузок;
- изменение числа работающих электроприводов;
- изменение числа параллельно работающих генераторов;
- применение в электроприводах БУ управляемых тиристорных преобразователей (ТП), мощность которых соизмерима с мощностью их источников питания, связано с ростом потребления реактивной мощности питания по мере уменьшения выходных напряжений ТП.

Все вышеперечисленные особенности приводят к тому, что в такой системе большое влияние на показатели качества электроэнергии и на режим работы источников энергии оказывают электромеханические и электромагнитные процессы в электроприводе. В связи с этим для буровых платформ актуален вопрос электромагнитной и электромеханической совместимости и эффективных алгоритмов управления электроприводами.

При работе мощных преобразователей от автономной сети возникают негативные явления, снижающие качество электрической энергии. В реальных условиях в системе преобразования присутствуют гармоники неканоничных порядков, изменяющие амплитудно-частотные спектры напряжений и токов на входе и выходе преобразователей. Причинами появления этих гармоник являются различные дестабилизирующие факторы, такие как: несимметрия напряжения сети, высокочастотные колебания, несимметрия управления, динамические режимы.

Значения фазы и амплитуды гармоник тока носят случайный характер, так как зависят от углов управления и коммутации, от нагрузки. Этот случайный характер гармоник токов и напряжений осложняет решение задачи электромагнитной совместимости. Также гармоники, генерируемые в преобразователях электроэнергетической системы, приводят к потерям электроэнергии, ускоренному старению изоляции, снижению коэффициента мощности и вращающего момента на валу асинхронного электродвигателя.

Одним из способов решения этой проблемы является применение выпрямителей и фильтров в составе преобразователей частоты.

В качестве фильтров в большинстве случаев используются статические фильтры. В неавтономных питающих сетях используются резонансные фильтры. Однако их применение в составе автономной энергетической системы ограничено. Это ограничение вызвано тем, что в системе энергоснабжения буровой установки постоянно меняются параметры преобразователей, напряжения и частоты сети.

Наиболее распространенным способом решения проблемы электромагнитной совместимости является применение 12-ти пульсной схемы в составе преобразователя частоты. Данная схема состоит из двух 6-ти пульсных выпрямителей, соединенных с сетью с помощью трансформатора с двумя комплектами вторичных обмоток. Исходя из необходимости регулирования напряжения на выходе, возможно применение в 12-ти пульсной схеме как управляемых, так и неуправляемых выпрямителей. Структурная схема электропривода переменного тока с 12-ти пульсным выпрямителем представлена на рис. 2.

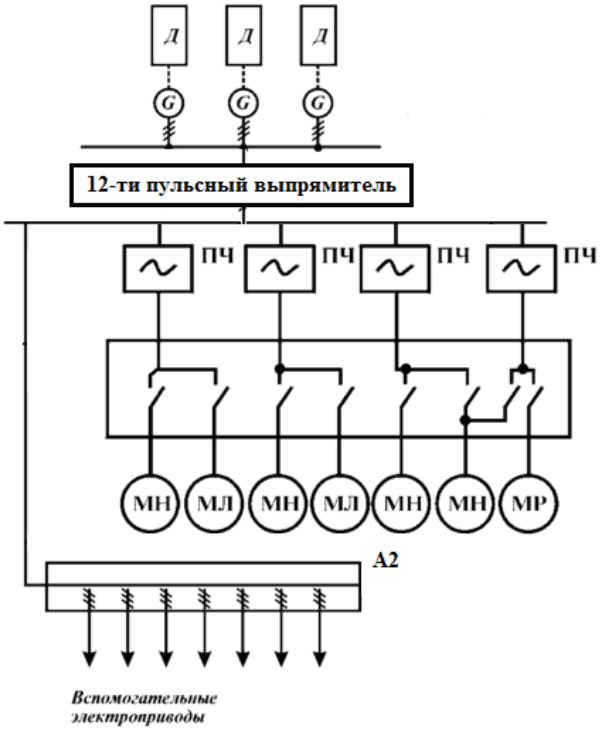


Рис. 2. Схема электротехнического комплекса буровой установки с электроприводами переменного тока с 12-ти пульсным выпрямителем:
Д - дизель; G - генератор переменного тока; АВ – активный выпрямитель;
ПЧ – преобразователь частоты; МЛ, МН, МР, МП - электродвигатели соответственно буровой лебедки, бурового насоса, ротора и регулятора подачи долота;
А2 - шкаф управления электроприводами вспомогательных механизмов.

Подобное решение, на основе 12-ти пульсного выпрямителя, предлагает предприятие ПАО «Уралмаш» для своих буровых установок серии 5000/320 ЭК-БМЧ. Данная схема позволяет осуществлять рекуперацию энергии в сеть, однако форма тока будет сильно искажена, что может привести к увеличению уровня искажения формы кривой напряжения до уровня, не удовлетворяющего требованиям на качество электрической энергии. Также к недостаткам можно отнести:

- увеличение стоимости по сравнению с неуправляемым выпрямителем;
- низкий коэффициент мощности при нагрузке;
- большие габариты и масса.

Альтернативой 12-ти пульсной схеме выпрямителя является активный выпрямитель (АВ), как один из самых перспективных способов обеспечения

электромагнитной совместимости между автономным источником электроэнергии и частотно-регулируемым электроприводом. Применение активного выпрямителя подразумевает изменение структуры преобразователя частоты, а именно, замену неуправляемого выпрямителя (НВ) на АВ.

Активный выпрямитель – это преобразователь электрической энергии, выполненный на полностью управляемых силовых коммутаторах. Особенностью АВ является возможность рекуперации энергии в сеть с близким к единице коэффициентом мощности, коэффициент нелинейных искажений при этом будет составлять около 3,5 % [4]. Форма тока при рекуперации энергии будет близка к синусоиде. Схема электротехнического комплекса буровой установки с электроприводами переменного тока и активным выпрямителем представлена на рис. 3.

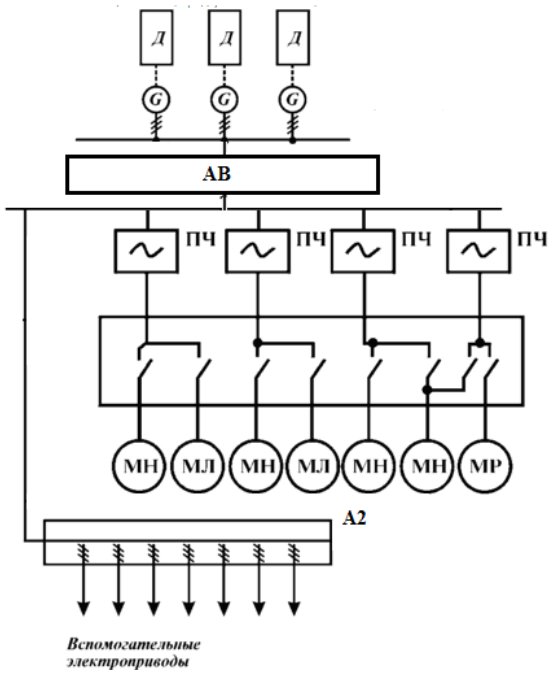


Рис. 3. Схема электротехнического комплекса буровой установки с электроприводами переменного тока и активным выпрямителем:
Д - дизель; G - генератор переменного тока; АВ – активный выпрямитель;
ПЧ – преобразователь частоты; МЛ, МН, МР, МП - электродвигатели соответственно буровой лебедки, бурового насоса, ротора и регулятора подачи долота; А2 - шкаф управления электроприводами вспомогательных механизмов.

В заключение хочется отметить, что асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором может применяться в составе электроприводов технологических комплексов. Однако для его наиболее эффективного применения необходимо разработать структуру и алгоритмы эффективного управления электроприводом, а также решить ряд проблем, обусловленных спецификой системы энергоснабжения. Одним из перспективных способов решения является применение активного выпрямителя в составе электропривода.

Список литературы

1. *Мочалов Р. А.* Экономические аспекты освоения углеводородных ресурсов российского континентального шельфа / Мочалов Р. А. // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2014. - №1/3. - С. 32-38.
2. Нефть и газ шельфа: технологии глубины [Электронный ресурс]// Нефтегазовая вертикаль. - 2015. - №19. – Режим доступа: http://www.ngv.ru/ngv-technology/neft-i-gaz-shelfa-tekhnologii-glubiny/ - (Дата обращения: 20.01.2015).
3. *Блантер С.Г.* Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. Учебник для вузов. / Блантер С.Г., Суд И.И. - 2-е изд., перераб. и доп. - М., Недра, 1980. - стр. 175.
4. *Козярук А.Е., Васильев Б.Ю.* Методы и средства повышения энергоэффективности машин и технологий с асинхронными электроприводами [Электронный ресурс] / Козярук А.Е., Васильев Б.Ю. // Вестник ЮУрГУ. -2015. - №1/15. – Режим доступа: http://cyberleninka.ru/article/n/metody-i-sredstva-povysheniya-energoeffektivnosti-mashin-i-tehnologiy-s-asinhronnymi-elektroprivodami - (Дата обращения: 25.01.2016).

Конышева Е.С., магистрант
Корепанов Е.В., канд. тех. наук, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Повышение энергоэффективности жилых зданий

Аннотация: В статье приведена схема инженерных систем здания, потребляющих различные виды энергии. Рассмотрены основные элементы теплопотерь здания. Приведена структура мероприятий по уменьшению теплопотерь. Представлена структурно-функциональная модель окна, как наиболее теплопроводного элемента здания.

Ключевые слова: энергосбережение, теплоснабжение здания, теплопотери, ограждающие конструкции здания.

Под энергоэффективностью в жилищном строительстве понимается комплекс мероприятий, направленных на снижение потребляемой зданиями тепловой энергии, необходимой для поддержания в помещениях требуемых параметров микроклимата, при соответствующем технико-экономическом обосновании внедряемых мероприятий и обеспечении безопасности [1]. Из определения видно, что энергоэффективность неразрывно связана с вопросами энергосбережения.

Энергосбережение является одной из приоритетных задач государства. Это определяется дефицитом основных энергоресурсов, возрастающей стоимостью их добычи, а также с глобальными экологическими проблемами. Экономия энергии – это эффективное использование энергоресурсов за счет применения инновационных решений, которые осуществимы технически,

обоснованы экономически, приемлемы с экологической и социальной точек зрения, не изменяют привычного образа жизни.

Для анализа функциональных возможностей энергосбережения здания, а также в целях проектирования наиболее рациональных зданий необходимо в первую очередь рассмотреть структуру энергосбережения. На рис. 1 приведена схема инженерных систем здания, потребляющих различные виды энергии.



Рис. 1. Инженерные системы потребления энергии здания

Хорошо известно отставание России от развитых стран по эффективности энергопотребления. На единицу жилой площади у нас расходуется в 2-3 раза больше теплоэнергии, чем в странах Европы (в Германии в настоящее время расход теплоэнергии на отопление составляет 80 кВт·ч/м^2, а в Швейцарии – 55 кВт·ч/м^2). На теплоснабжение зданий расходуется около 20 % всего добываемого в стране первичного топлива. В жилых и общественных зданиях тепловая энергия затрачивается на обеспечение комфортных условий пребывания людей в помещениях, соответствующих современному уровню развития техники теплоснабжения, а также на коммунально-бытовые и санитарно-гигиенические цели. Из всей потребляемой в быту энергии львиная доля – 79% идет на отопление помещений, 15% энергии расходуется на тепловые процессы (нагрев воды, приготовление пищи и т.д.), 5% энергии потребляет электрическая бытовая техника и 1% энергии расходуется на освещение, радио и телевизионную технику [3].

Для оценки достигнутой потребности энергии на отопление и вентиляцию в проекте здания или в эксплуатируемом здании, в СП 50.13330.2013 «Тепловая защита зданий» установлены классы энергосбережения (табл. 1). Класс назначается в зависимости от отклонения расчетной удельной характеристики расхода тепловой энергии на отопление и вентиляцию $q_{от}^{р}$, Вт/(м^3°С) здания от нормируемой величины $q_{от}^{тр}$.

Таблица 1. **Классы энергосбережения жилых и общественных зданий**

Обозначение класса	**Наименование класса**	**Величина отклонения $q_{от}^{р}$ от $q_{от}^{тр}$, %**	**Рекомендуемые мероприятия.**
При проектировании и эксплуатации новых и реконструируемых зданий			
А++	Очень высокий	Ниже-60	Экономическое стимулирование
А+		От - 50 до - 60 включительно	
А		От - 40 до - 50 включительно	
В+	Высокий	От - 30 до - 40 включительно	
В		От - 15 до - 30 включительно	
С+	Нормальный	От - 5 до — 15 включительно	Мероприятия не разрабатываются
С		От + 5 до - 5 включительно	
С-		От + 15 до + 5 включительно	
При эксплуатации существующих зданий			
D	Пониженный	От + 15,1 до + 50 включительно	Реконструкция
Е	Низкий	Более +50	Реконструкция или снос

Уравнение теплового баланса жилого помещения

$$Q_o = Q_{нс} + Q_{ок} + Q_{чп} + Q_{пп} + Q_{инф} + Q_{вен} - Q_{оп} - Q_{бт} - Q_{эп} - Q_{л}$$

включает: Q_o – отопительную нагрузку; $Q_{нс}$ – теплопотери через наружные стены; $Q_{ок}$ – теплопотери через окна; $Q_{чп}$ – теплопотери через чердачное перекрытие; $Q_{пп}$ – теплопотери через перекрытие подвала; $Q_{инф}$ – теплопотери на инфильтрацию воздуха; $Q_{вен}$ – теплопотери на вентиляции; $Q_{оп}$ – теплопоступление от отопительных приборов; $Q_{эп}$ – теплопоступление от электроприборов; $Q_{бт}$ – бытовые теплопоступления; $Q_{л}$ – теплопоступление от людей.

Основной причиной энергозатрат здания являются теплопотери. Если рассмотреть тепловой баланс жилища, станет ясно, что большая часть тепловой энергии отопительной системы идет на то, чтобы перекрыть потери теплоты.

Снижение тепловых потерь в зданиях – это одно из наиболее эффективных мероприятий по уменьшению расхода тепловой энергии на отопление зданий и сооружений.

На рис. 2 приведена структура мероприятий по уменьшению теплопотерь.

Структура состоит из элементов, которые влияют на теплопотери дома, и дана краткая информация о методах предотвращения теплопотерь через эти элементы (конструкции) здания. Значительно сократить расходы на отопление помещений можно, сократив теплопотери в наших домах. Большую роль в снижении теплопотерь играет теплоизоляция, герметизация помещений, оптимальный подбор эффективных радиаторов отопления.

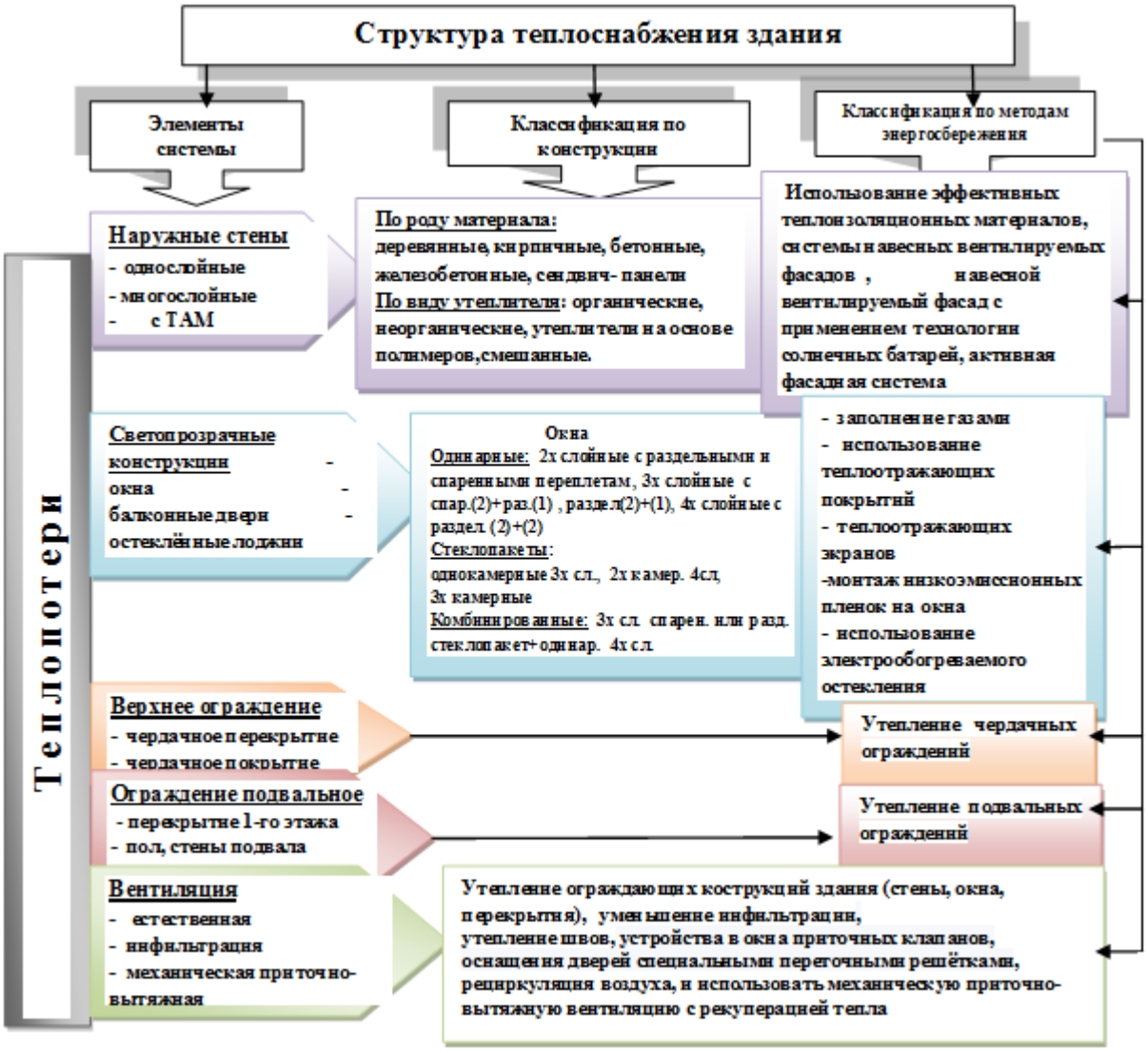


Рис. 2. Мероприятий по уменьшению теплопотерь

Основные потери в доме из-за не утепленных окон и стен: потери через оконные стекла – 15-25%, потери через стены – 20-30%. Для решения этого вопроса разработаны мероприятия, которые направлены на сокращение теплопотерь. Применяются мероприятия для увеличения сопротивления теплопередачи наружных стен и снижения тепловых потерь здания, за счет улучшения его теплозащитных свойств и применения эффективных теплоизоляционных материалов. Чтобы тепло быстро не уходило, выполняется внешняя теплоизоляция стен, утепление потолка, крыши, перекрытие подвала.

В настоящее время предлагается большой выбор различных теплоизоляционных материалов. Применение системы навесных вентилируемых фасадов. Примером реализации задачи, которая помогает снижать затраты на кондиционирование, отопление, освещение и другие нужды, может стать навесной вентилируемый энергосберегающий фасад с применением технологии солнечных батарей [4].

Хорошая вентиляция является основным условием комфорта. Искусственная вентиляция необходима для создания оптимальных и комфортных

условий. Это приводит к необходимости перехода к проектированию зданий с принудительной механической, контролируемой системой приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией тепла вытяжного воздуха. Комбинированная система вентиляции с рекуперацией сократит затраты на отопление.

По оценке специалистов, от 40% до 60% потерь теплоты происходит через окна, так как это самый теплопроводный элемент здания. Поэтому к ним необходимо применить повышенные требования по теплозащите. Повысить теплотехнические характеристики оконных конструкций можно различными способами [5-8]. Для более эффективного применения энергосберегающих мероприятий по разработке энергоэффективных оконных конструкций в системе энергопотребления зданий воспользуемся методами функционально-структурного анализа, сущность которого заключается в рассмотрении объекта не в его конкретной форме, а в совокупности функций, которые он должен выполнять.

В таблице 2 приведен состав функций окон, на рис. 3 функциональная модель окна, на рис. 4 структурно-функциональная модель.

К мероприятию по энергосбережению оконной конструкции относится нанесение низкоэмиссионного покрытия: покрытие, при нанесении которого на стекло существенно улучшаются теплотехнические характеристики стекла (сопротивление теплопередаче остекления с применением такого стекла повышается, а теплопроводность – понижается).

Пространство между стеклами могут быть наполнены инертным газом (аргоном) или вакуум. Замена воздуха аргоном позволяет увеличить коэффициент термического сопротивления газовой прослойки на 5- 10 % в отличие от воздушной прослойки, а у криптона уже на 15-20 %.

Заполнение газами пространства между стеклами, особенно в сочетании с применением низкоэмиссионных селективных покрытий позволяет существенно повысить сопротивление теплопередаче стеклопакетов.

Таблица 2. **Состав функций окон**

Уровень модели	**Индекс функции**	**Наименование функции**
I	ГФ1	Освещение
	ДФ1	Звукоизоляция
	ДФ2	Эстетическая
	ДФ3	Связь с окружающей средой
II	ОФ11	Теплоизоляция
	ОФ21	Обеспечение КЕО
	ОФ31	Уменьшение уровня инсоляции
	ОФ41	Обеспечение микроклимата
III	Ф111	Снижение теплопотерь теплопроводностью
	Ф112	Снижение теплопотерь конвекцией
	Ф113	Снижение теплопотерь излучением
	Ф114	Снижение теплопередачи через переплёт
	Ф115	Герметизация
	Ф411	Проветривание
	Ф412	Отражение солнечного излучения

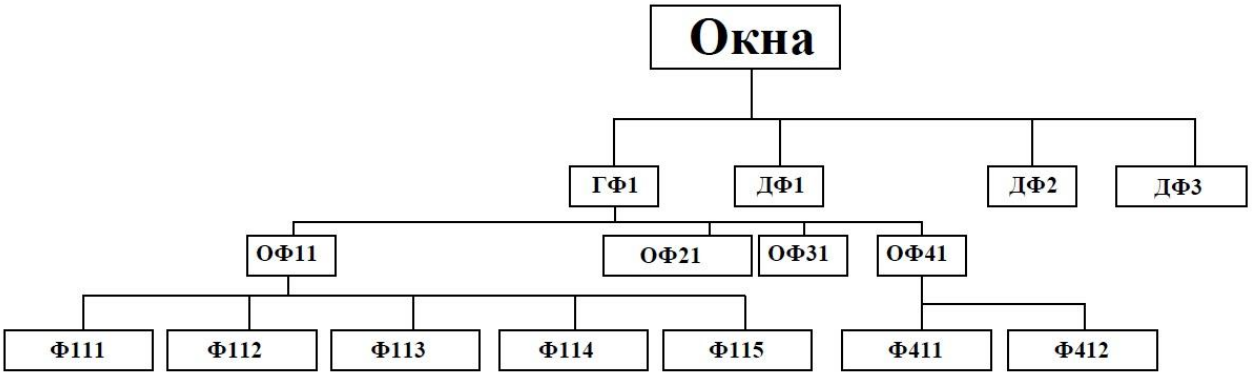


Рис. 3. Функциональная модель окна

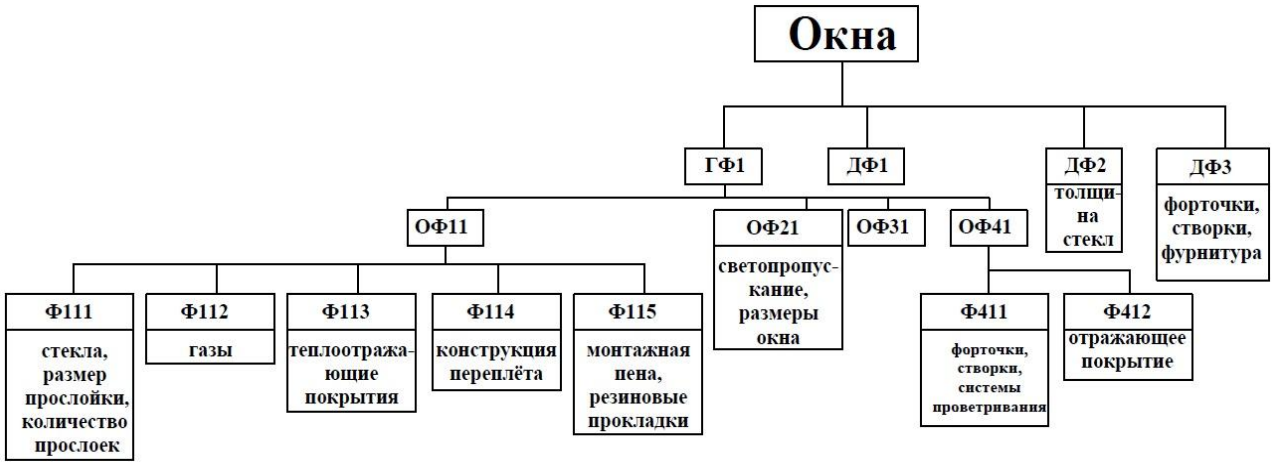


Рис. 4. Структурно-функциональная модель окна

Одним из эффективных способов повышения температуры внутреннего остекления и создания теплового комфорта является использование электрического обогрева окон. Представленный метод обогрева межстекольного пространства позволяет улучшить тепловую обстановку вблизи окна и уменьшить тепловые потери из помещения.

Здания потребляют при эксплуатации около 40 % вырабатываемой в стране тепловой энергии. Это делает задачу экономии топлива для выработки энергии на отопление одной из важнейших в энергетической политике [2]. Поэтому необходимо использовать мероприятия по уменьшению теплопотерь здания, чтобы тепловую энергию отопительной системы не расходовать «на ветер».

Список литературы

1. *Ананьев А.И.* Комплексный подход к созданию энергоэкономичных отапливаемых зданий. / В сборнике «Проблемы строительной теплофизики,

систем обеспечения микроклимата и энергосбережения в зданиях» Сборник докладов 5 научно-практической конференции, НИИСФ, Москва. – М.: НИИСФ, 2000. – С.59-69.
2. *Данилевский Л.Н.* Повышение энергетической эффективности жилых зданий. – Минск: ПРООН/ГЭФ, 2014. – 43 с.
3. Методические рекомендации по применению наиболее эффективных способов энергосбережения и рационального использования энергоресурсов в быту. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://journal.esco.co.ua/2012_12/ art79.pdf. (Дата обращения 10.04.2016).
4. *Немова Д.В.* Энергоэффективные технологии в ограждающих конструкциях. // Интернет-журнал «Строительство уникальных зданий и сооружений». – 2012. – №3. Режим доступа: http://unistroy.spbstu.ru/arhiv.html.
5. *Корепанов Е.В.* Математическое моделирование теплопередачи через наружные стены зданий с окнами: монография. Ижевск, 2011.
6. *Корепанов Е.В.* Термическое сопротивление теплопередаче окна с селективным покрытием и газовым заполнением // Энергосбережение и водоподготовка. – 2005. – №6. – С. 59-62.
7. *Корепанов Е.В.* Анализ путей повышения сопротивления теплопередаче окон // Фундаментальные и прикладные исследования: проблемы и результаты. – 2015. – № 20. – С. 84-88.
8. *Корепанов Е.В.* Свободная конвекция в воздушных прослойках окон с двойным остеклением // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2005. №2. С.106-112.
9. *Петров Е.В., Качаева С.Г., Алексеев А.А.* Исследование влияния различных факторов на тепловые характеристики светопрозрачных ограждений. // Научный вестник. – 2014. – №1. – С. 99-105. Режим доступа: http://ucom.ru/doc/ nv.2014.01.099.pdf.

Нестерова А.М, магистрант, e-mail: Alinenok82@yandex.ru
Иванова И.Б, к.э.н, доцент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Методика выбора утеплителя для малоэтажного жилищного строительства

Аннотация: в данной статье приводится расчет экономического эффекта и предложена методика расчета коэффициента учета качественных параметров β.

Ключевые слова: энергосбережение**,** экономический эффект, коэффициент β, коэффициент конкордации W, методика расчета.

Современное строительство жилых домов не может осуществляться без грамотного подхода к выбору энергосберегающих мероприятий. Введение новой нормативно-правой документации, возросшие требования к комфортности жилья привели к появлению новых технологий теплозащиты жилья, а также

применение новых теплоизоляционных материалов с низким показателем теплопроводности.

В статье обосновывается целесообразность использования в малоэтажном жилищном строительстве теплоизоляционных плит из расплава горных пород (базальтовое волокно). Приводится расчет экономического эффекта и предложена методика расчета коэффициента учета качественных параметров β.

Традиционно в малоэтажном строительстве используются следующие виды утеплителя: насыпной — гранулы или крошка, вата — непосредственно рулонный материал или различные изделия с ее использованием, плиты — пластины различных размеров, изготовленные способом склеивания и прессования; пеноблоки — изготавливаются из вспененного бетона, стекла или других материалов с соответствующими свойствами. Выбирая утепление необходимо учитывать большой спектр его характеристик: плотность, теплопроводность, гигроскопичность. Кроме того, также учитываются механические свойства утеплителя и цены.

В современной практике для утепления несущих стен здания, широко применяются теплоизоляционные плиты из минеральной ваты из расплава горных пород (базальтовое волокно) и автоклавные газобетонные блоки. Сравним два варианта устройства наружных стен с применением этих материалов.

Первоначально была рассчитана конструкция наружной стены с применением разных материалов (таблицы 1, 2).

Таблица 1. **Подбор материалов конструкции наружной стены. Вариант 1**

Материал	δ, м	γ, кг/м^3	λ, Вт/м·°С
Автоклавный газобетонный блок	0,4	500	0,12
Воздушная прослойка	0,01	1,204	0,024
Кирпич керамический на цементно-песчаном растворе	0,12	1800	0,87
Итого толщина стены	**0,53**		

Таблица 2. **Подбор материалов конструкции наружной стены. Вариант 2**

Материал	δ, м	γ, кг/м^3	λ, Вт/м·°С
Кирпич керамический на цементно-песчаном растворе	0,25	1800	0,87
Воздушная прослойка	0,01	1,204	0,024
Минеральный утеплитель	0,11	37	0,035
Итого толщина стены	**0,37**		

Выяснилось, что при одинаковых показателях теплопроводности, толщина стен с применением минерального утеплителя уменьшится на 30 %, что позволит снизить количество материалов и стоимость работ.

Далее расчеты выполняются на основе СН 509-78 [1]. Экономический эффект Э от создания и использования новых строительных конструкций определяется по формуле (1):

$$Э = \beta\varphi\sum З_1\alpha + Э_э - \sum З_2\alpha, \quad (1)$$

где $З_1$ и $З_2$ – приведенные затраты на монтаж конструкций на стройплощадке, руб.;

α – коэффициент приведения к году завершения строительства. Так как срок строительства объекта менее года, в данном расчете не учитывается;

φ – коэффициент учета изменения срока службы, принимается равным 1, так как срок службы конструкций одинаков [1];

β – коэффициент учета качественных параметров сравниваемых вариантов.

Э - экономия в сфере эксплуатации конструкций за срок их службы определяется по формуле (2):

$$Э_э = \frac{(И_1 - И_2) - E_н(К_1 - К_2)}{P_2 + E} \quad (2)$$

где $И_1$ и $И_2$ - годовые издержки в сфере эксплуатации на единицу конструктивного элемента здания, руб.

$К_1$ и $К_2$ – сопутствующие капитальные вложения в сфере эксплуатации строительных конструкций, руб.

Приведенные затраты представляют собой сумму себестоимости и нормативных отчислений от капитальных вложений в производственные фонды (3):

$$З_i = C_i + E_н K_i \quad (3)$$

где $З_i$ - приведенные затраты по i-му варианту техники на единицу строительно-монтажных работ (продукции), руб.;

C_i - себестоимость единицы строительно-монтажных работ (продукции) по i-му варианту техники, руб.;

E_N - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

K_i - удельные капитальные вложения в производственные фонды на единицу строительно-монтажных работ (продукции) по *i-му* варианту техники, руб.

Для определения всех перечисленных показателей были составлены локальные сметы, выполнены расчеты эксплуатационных затрат и капитальных вложений [3]. Результаты по двум вариантам приведены в таблице 3.

Таблица 3. **Исходные данные для расчета экономического эффекта**

Показатели	**Ед. измерения**	**Вариант 1**	**Вариант 2**
Площадь стен здания	м2	451,58	451,58
Сметная стоимость	руб.	1641958	1359601
Себестоимость СМР	руб.	1471656	1209530
Средства на оплату труда	руб.	266097	247020
Трудовые затраты	чел.-дн.	180,0	168,8
Капитальные вложения	руб.	23860	14550
Годовые эксплуатационные затраты	руб../год	26784	25642
Продолжительность устройства стен	дн.	60	56

Приведенные затраты рассчитываются по формуле (3):

$З_1 = 1471656 + 0{,}15 \times 23860 = 1475235 руб.$

$З_2 = 1209530 + 0{,}15 \times 14550 = 1211712 руб.$

Экономический эффект в процессе эксплуатации конструкций рассчитывается по формуле (2):

$$Э_э = \frac{(26784 - 25642) - 0{,}15 * (23860 - 14550)}{0{,}15086} = 1686 руб$$

Применение минерального утеплителя при возведении наружных стен здания, позволяет улучшить теплоизоляцию стен, уменьшить затраты на обогрев здания в отопительный сезон, сократить трудозатраты и продолжительность возведения стен.

Существующие методики позволяют учесть влияние качественных показателей на величину экономического эффекта при помощи коэффициента β. Однако, процедуры расчета коэффициента не прописаны инструкцией. Применение экспертного опроса, что неизбежно при рассмотрении качественных показателей, трудоемко и выполняется редко. Нами была предпринята попытка разработки методики и расчета коэффициента β [2]. Экспертам было предложено выбрать наиболее существенные параметры теплоизоляционных материалов и определить относительную важность в долях единицы (вес). Для подтверждения достоверности результатов экспертного опроса выполнен расчет коэффициента конкордации W (согласованности мнений экспертов). Результаты экспертного опроса (перечень показателей, веса) и расчет коэффициента β приводятся в табл. 4.

Таблица 4. **Расчет коэффициента учета качественных параметров балловым методом**

Показатели качества	Значение показателей		Соотношение показателей	Коэф. весомости	Коэф. учета качественных параметров
	1 вариант устройства стен	2 вариант устройства стен			
Транспортабельность, м3	204,91	178,05	1,15	0,12	0,138
Звукоизоляция, Дб.	65	75	0,88	0,12	0,105
Продолжительность строительства стен, дней	60	56	1,07	0,65	0,690
Теплопроводность утеплителя Вт/м*С	0,11	0,04	2,75	0,11	0,302
Итого:	-	-	-	1	**1,235**

Таким образом, коэффициент β был определен на основе системы показателей, характеризующих теплоизоляционные материалы: транспортабельность, уровень звукоизоляции, теплопроводность, трудоемкости.

Подставляем полученные значения показателей в формулу (1) и определяем экономический эффект с учетом качественных параметров:

$$Э = 1{,}235 \cdot 1 \cdot 1475235 + 1686 - 1211712 = 611{,}889 тыс.руб./объект$$

Экономический эффект от использования минерального утеплителя для возведения наружных стен составил 611,889 тыс.руб/объект.

Сравнение конструкций наружных стен (в первом варианте кирпичная стена и автоклавный газобетонный блок, во втором варианте кирпичная стена с минеральным утеплителем) с одинаковым показателем сопротивления ограждения теплопередаче показало, что стен с использование минерального утеплителя выявлены следующие преимущества:

- экономия сметной стоимость СМР, стоимости средств на оплату труда рабочих и машинистов;
- сокращение сроков строительства и возведения стен здания;
- сокращение затрат труда рабочих и машинистов;
- улучшение теплоизоляции, звукоизоляции стен здания.

Предлагаемая методика учета качественных параметров сравниваемых конструкций может быть использована в подобных расчетах.

Список литературы

1. *СН 509-78* Инструкция по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений, 1978 г.
2. Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «Экономика в строительстве». Направление 270100.68 «Строительство». Программа «Теория и практика организационно-технологических и экономических решений»: Издательство ИжГТУ, 2014.
3. *МРР 3.2.23-97* Методические рекомендации по экономическому обоснованию применения конструктивных элементов и технологий, обеспечивающих повышение эффективности инвестиций за счет снижения эксплуатационных затрат, повышения долговечности зданий и сооружений, сокращения продолжительности строительства и других эффективных решений при повышении единовременных затрат при проектировании и строительстве и одновременном росте сметной стоимости, Москва 1998.

Сафин Р.Р., д.т.н., профессор;
Мухаметзянов Ш.Р., ассистент, e-mail: joker775.87@mail.ru;
Мухаметзянова З.Р., магистрант

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Повышение энергоэффективности процессов сушки древесины с помощью теплового насоса

Аннотация. В статье рассмотрены пути повышения эффективности процессов сушки древесных материалов. В результате проведенного анализа существующих технологий в области процессов сушки с использованием теплового насоса и исследований по энергосберегающей технологии осциллирующей вакуумно-кондуктивной сушки древесины разработана и создана пилотная установка, в которой теплота испаренной из материала влаги на стадии вакуумирования, с помощью теплового насоса передается для повышения температуры материала на стадии нагрева. Проведенные исследования по отработке режимных параметров позволили выявить технологические особенности ведения процесса сушки. В частности, установлено, что смену стадий в камерах целесообразно проводить при достижении заданной температуры материалом, находящимся на стадии нагрева, что, в конечном счете, сокращает продолжительность всей сушки пиломатериала при незначительном увеличении числа циклов «нагрев-вакуумирование».

Ключевые слова: древесина, сушка, вакуум, энергосбережение, тепловой насос.

Одним из перспективных и рациональных направлений в процессах сушки являются вакуумные технологии. Они позволяют значительно сократить продолжительность процесса без ущерба качеству высушиваемой древесины.

Исследователи подчеркивают, что высокая скорость удаления влаги в процессе вакуумной сушки пиломатериалов объясняется положительным действием градиента температуры, что, кроме всего прочего, позволяет избежать значительных перепадов влажности по сечению материала и, как следствие, не допустить развития значительных внутренних напряжений [1].

Также стоит отметить, что одной из существенных проблем сушильной промышленности являются большие потери тепловой энергии через стенки камеры сушки, а также путем естественного выброса влажного нагретого воздуха в атмосферу. Поэтому все больше внимание в мире уделяется решению проблемы сокращения и повторного использования тепловой энергии испаренной влаги. Данную стратегию могут аппаратурно реализовать теплонасосные технологии, способные передавать тепловую энергию низкопотенциального теплоносителя высокопотенциальному [2]. В частности, известна конденсационная сушильная камера с тепловым насосом для сушки пиломатериалов из мягких и твердых пород древесины [3]. За счет использования теплового насоса сушка проходит без воздухообмена с внешней средой. Влажный агент сушки, проходя через испаритель теплового насоса, осушается за счет конденсации части влаги, а ее тепловая энергия снова используется для обогрева пиломатериалов. Конвективная сушка проходит при низких температурах (55 °С), что благоприятно влияет на качественные характеристики высушенного пиломатераила [4].

Несмотря на объективно большие перспективы использования тепловых насосов в сушильной промышленности развитие данной технологии находится на стадии зарождения и в основном нашла применение только в конвективных процессах сушки. Применительно к вакуумным методам удаления влаги установлено использование тепловых насосов только при сублимационной сушке пищевых продуктов [5]. В процессах вакуумной сушки древесины подобных разработок не найдено.

Обобщая существующие технологии сушки древесины можно заключить, что тепловые насосы позволяют существенно повысить энергоэффективность процесса, а объединением их с вакуумными технологиями можно добиться также и сокращения продолжительности сушки[6].

В связи с этим нами представлена технология осциллирующей вакуумно-кондуктивной сушки пиломатериалов с использованием теплового насоса [7]. Особенностью предложенной технологии является передача тепловой энергии испаренной в первой камере влаги обрабатываемому материалу, находящемуся во второй камере, с помощью теплового насоса. При этом на процесс передачи тепловой энергии из одной камеры в другую с помощью теплового насоса затрачивается в несколько раз меньшее количество энергии, чем величина передаваемой теплоты, поэтому процесс нагрева пиломатериала протекает при меньших энергозатратах.

На основе полученных данных по исследованию технологии осциллирующей вакуумно-кондуктивной сушки с тепловым насосом была разработана и создана пилотная установка (рис. 1) [8].

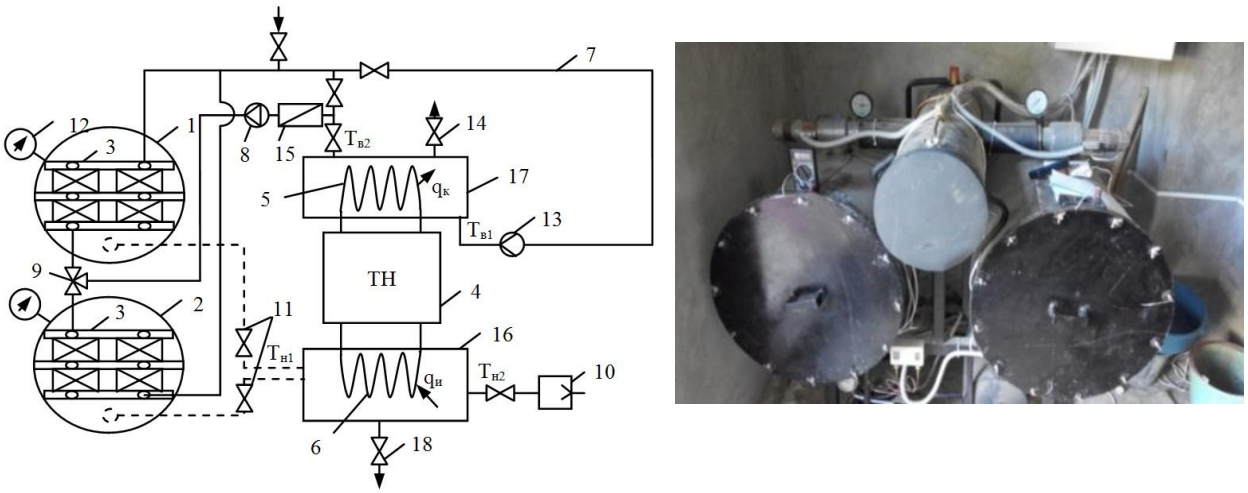


Рис. 1. Пилотная установка осциллирующей вакуумно-кондуктивной сушки пиломатериалов: 1 – верхняя камера сушки; 2 – нижняя камера сушки; 3 – плиты жидкостного нагрева; 4 – теплонасосная установка; 5 – конденсатор; 6 – испаритель; 7 – трубопровод; 8 – циркуляционный насос; 9 – трехходовой кран; 10 – вакуумный насос; 11 – электромеханический клапан; 12 – вакуумметр; 13 – расходомер; 14 – вентиль; 15 – дополнительный электроподогреватель, 16 – испаритель; 17 – конденсатор; 18 – вентиль для удаления конденсата.

Особенностью предложенной конструкции установки является использование теплового насоса, который представляет собой замкнутую систему парокомпрессионного типа, где испаритель 16 служит для улова испаренной из материала влаги, ее конденсации и охлаждения (то есть выполняет роль конденсатора системы вакуумирования установки), а конденсатор 17 является теплообменным аппаратом, выделяющим тепло для нагрева жидкого теплоносителя, циркулирующего в нагревательных плитах 3 сушильной установки. Такая схема удешевляет конструкцию установки. Установка работает в осциллирующем режиме, состоящем из попеременных стадий нагрева и сушки в вакууме для каждой камеры [9]. Процесс сушки таким образом продолжается до достижения конечной заданной влажности древесных образцов.

Далее на созданной пилотной установке были произведены экспериментальные исследования, направленные на отработку основных режимных параметров процесса осциллирующей вакуумно-кондуктивной сушки древесины. В связи с тем, что смена стадий в камерах должна осуществляться одновременно, было исследовано текущее влагосодержание материала, находящегося на стадии вакуумирования (рис. 2). Полученные зависимости свидетельствуют, что продолжительность стадии вакуумирования в процессе сушки возрастает, в то время как продолжительность стадии нагрева – снижается. Это объясняется увеличением температуропроводности высушиваемой древесины.

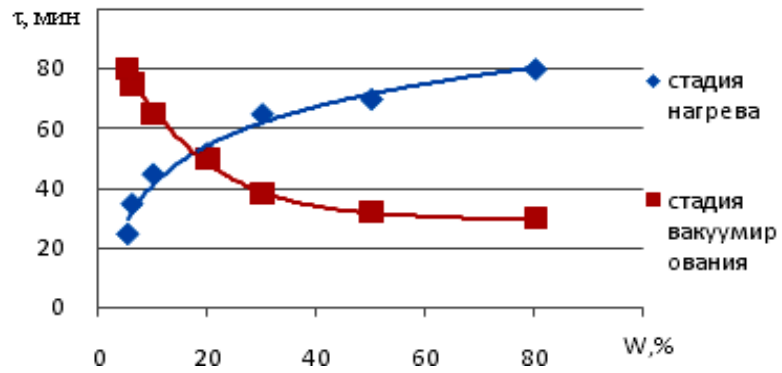


Рис. 2. Зависимости продолжительности стадий нагрева и вакуумирования от влажности.

При этом проанализирован потенциал дальнейшей сушки древесины, находящейся на стадии вакуумирования, в момент достижения материалом заданной температуры на стадии нагрева. Установлено, что на этот момент времени влагосъем из высушиваемого образца, находящегося на стадии вакуумирования, достигает 87 % от максимально возможного значения. Поэтому смену стадий было решено проводить при достижении высушиваемым образцом заданной температуры на стадии нагрева, что, в конечном счете, сокращает общую длительность процесса сушки древесного материала с незначительным увеличением количества циклов «нагрев-вакуумирование» [10].

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить технологические особенности ведения процесса сушки.

Данная работа выполнялась при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД – 5596.2016.8).

Список литературы

1. *Kudra T., Mujumbar A.S.* Heat-Pump Drying. Advanced Drying Technol. – 2nd Ed., New York. – 2008.
2. *Galyavetdinov, N.R., Safin R.R., Mukhametzyanov S.R., Khakimzyanov I.F., Kaynov P.A.* Recycling energy in technology of vacuum drying Conference Proceedings 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConference "SGEM 2015. Energy and Clean Technologies". Albena. BULGARIA. 2015. P. 731-738
3. *Vasile Minea.* Efficient Energy Recovery with Wood Drying Heat Pumps. Drying Technol. – 2012. – 30. – № 14. – P. 1630-1643.
4. *Alves-Filho O., Eikevik T.M.* Hybrid heat pump drying technologies for porous materials 16th International Drying Symposium (IDS2008). Hyderabad. India. 2008
5. *Strommen I., Alves-Filho O., Eikevik T.M., Claussen I.C.* Physical Properties in Drying of Food with Combined Sublimation and Evaporation. 13th International Drying Symposium. – 2002. – Vol. C – P. 1698-1705.
6. *Сафин Р.Р., Назипова Ф.В., Хазиева Д.Р.* Современные методы сушки пиломатериалов // Деревообрабатывающая промышленность. 2013. № 4. С. 23-28.

7. *Сафин Р.Р., Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А., Николаев А.Н., Сафина А.В.* Обзор современных технологический решений повышения энергоэффективности в процессах сушки пиломатериалов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 21. С. 50-52.
8. *Мухаметзянов Ш.Р., Сафин Р.Р.* Вакуумно-осциллирующая сушка с использованием теплового насоса // Деревообрабатывающая промышленность. 2013. № 1. С. 26-29.
9. *Мухаметзянов Ш.Р., Каримов А.З., Сафин Р.Р., Герасимов М.К.* Исследование вакуумно-осциллирующей сушки пиломатериалов с тепловым насосом // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16. № 6. С. 173-175.
10. *Кайнов П.А., Мухаметзянов Ш.Р., Хакимзянов И.Ф.* Применение энергосберегающих мероприятий в процессах сушки пиломатериалов. Энергетика Татарстана. 2015. № 2 (38). С. 73-77.

Сафин Р.Р., д.т.н., профессор
Назипова Ф.В., ассистент, e-mail: faridaN13@mail.ru
Зиатдинов Р.Р., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Интенсификация процесса предварительной химической обработки древесины в производстве композиционных материалов

Аннотация. В статье рассматриваются экспериментальные исследования интенсификации щелочной обработки древесного наполнителя воздействием ультразвуковых волн в производстве древесно-полимерного композита (ДПК). В процессе варки в щелочном растворе содержание лигнина снижается на 20% и гемицеллюлозы на 24%. Доказано, что увеличение выхода этих компонентов в среднем в 2 раза происходит вследствие дополнительного воздействия ультразвуком. Повышение прочностных характеристик и модуля упругости образцов ДПК, изготовленных из древесного наполнителя, обработанного только в растворе щелочи, происходит в среднем на 18% и 10% соответственно. Дополнительное ультразвуковое воздействие в процессе щелочной обработки улучшает показатели предела прочности и модуля упругости в среднем на 25% и 13% соответственно. Таким образом, установлено, что комбинация химической и ультразвуковой обработки древесного наполнителя значительно повлияет на результативность предварительной щелочной обработки древесного наполнителя.

Ключевые слова: щелочная обработка, механические свойства, ультразвук, древесно-пластиковый композит, ударная прочность.

Проблема нерационального использования отходов лесозаготовительных и деревообрабатывающих производств обуславливает целесообразность использования древесного наполнителя в производстве композиционных материалов.

Древесно-полимерный композиционный материал (ДПК) состоит главным образом из древесных волокон, роль которых успешно выполняют отходы деревообрабатывающей промышленности, и пластмассы, как связующего агента. В итоге, полученный материал объединяет в себе все полезные свойства современных полимеров и натуральной древесины [1].

Древесные частицы, в частности древесная мука, являются побочным продуктом обработки древесины. Перспективным является использование в ДПК древесных волокон (например, картонных и бумажных отходов). Мука изготавливается преимущественно из отходов мягких, не смолистых, пород древесины. В большинстве случаев размер древесных частиц в композите находится в пределах от 500 до 50 мкм. В качестве полимерной матрицы применяются термопластичные полимеры (полипропилен, полиэтилен, поливинилхлорид).

Древесина по структуре сложный материал, с большим содержанием целлюлозы, лигнина, гемицеллюлозы, эфирных масел, таннидов, сахаров, солей и органических кислот. Наличие некоторых из этих соединений отрицательно влияют на качество конечного изделия. Самыми неблагоприятными из них считаются лигнин и частично гемицеллюлоза.

Лигнин — фоточувствительный материал, и его деструкция под воздействием ультрафиолета в значительной степени определяет обесцвечивание дерева и материалов из ДПК после выдержки на улице. Этот компонент обычно делает продукт менее прочным, потому что выделяет CO_2 в процессе переработки, приводя к уменьшению плотности продукта.

Гемицеллюлозы легко горят при обработке, приводя к более низкой плотности ДПК продукта. Однако, это не единственная проблема. Во время переработки расплава в экструдере при высоком давлении влага в частицах древесины не кипит. При прохождении материала сквозь зоны, где давление резко падает, вода внезапно и бурно закипает, образуя пар. Этот эффект моментальной декомпрессии и крутого кипения по всему объему влажных частиц древесины вызывает так называемый паровой взрыв. Результатом этого является образование уксусной кислоты из-за распада фрагментов гемицеллюлозы в воде. При высокой температуре в экструдере даже небольшие количества уксусной кислоты являются очень реакционноспособными, приводя к постепенной коррозии оборудования.

Известно, что гемицеллюлоза чувствительна к гидроксиду натрия (NaOH). Как показывают исследования, обработка натуральных древесных частиц щелочью приводит к удалению гемицеллюлозы. Например, Sarkar P.B. [2] обрабатывал волокна джута слабым водным раствором гидроксида натрия, 1% и 8% концентрацией. В процессе исследования выявлено, что прочность на разрыв волокон увеличилась на 100 %.

Так же известно, что воздействие ультразвуком ускоряет процесс экстракции и обеспечивает более полное выделение легкорастворимых низкомолекулярных веществ [3]. В настоящее время, ультразвук используют в пищевой промышленности при обработке кукурузных початков для извлечения ксиланов [4], в фармацевтике для выделения активных соединений из лекарственных растений [5]. Очень важно, что извлечение растительных компонентов таким

способом происходит без существенного изменения их молекулярных свойств и структуры.

Как упоминалось ранее, при производстве ДПК из-за термического разложения содержащихся в древесине гемицеллюлоз, поверхность между древесиной и полимерной матрицей является слабой. Следовательно, для улучшения физико-механических свойств древесно-полимерных композитов необходимо проводить обработку древесного наполнителя для того, чтобы удалить лигнин и гемицеллюлозу [6-11].

В связи с этим, очевидным является проведение исследований по усилению предварительной щелочной обработки древесного заполнителя с помощью ультразвука.

На основании вышеизложенного, на кафедре архитектуры и дизайна изделий из древесины ФГБОУ ВО «КНИТУ» были проведены экспериментальные исследования, при которых частицы древесины подвергались предварительной щелочной обработке посредством ультразвука.

Для исследований использовалась древесная мука, полученная из древесины сосны. В качестве растворителя – слабый водный раствор NaOH, концентрацией 2% и 4%.

Древесная муки обрабатывалась в универсальной ультразвуковой ванне (частота 40 кГц, время обработки 30 мин, температура 60 °С). После варки в щелочи, древесина промывается водой для очищения от остатков гидроксида натрия. Затем мука высушивается (при температуре 80 °С в течение 12 ч) и из нее изготавливаются образцы ДПК. В качестве полимерной матрицы используется полипропилен. Пределы прочности на растяжение и изгиб образцов измерялись с помощью универсальной испытательной машины SZ-1.

В таблице 1 представлены данные, полученные в результате экстрагирования веществ в процессе варки древесных частиц в водном растворе щелочи со слабой концентрацией реагента. Обработка проводилась с применением и без применения ультразвуковых волн. Как видно из таблицы, при варке древесины в растворе щелочи 4% концентрации вымывается более 35% лигнина и гемицеллюлозы. С помощью ультразвука удаляется в общем до 44% этих компонентов.

Результаты испытания образцов композита на растяжение показаны в таблице 2.

Таблица 1. **Содержание лигнина и гемицеллюлозы в древесине после щелочной и ультразвуковой обработок, %**

Концентрация раствора / **Вид обработки**	**2 %**	**4 %**
	Лигнин	
Без ультразвука	27,02	23,93
С ультразвуком	22,98	15,95
	Гемицеллюлоза	
Без ультразвука	23,02	19,92
С ультразвуком	18,96	11,93

Таблица 2. **Значения предела прочности и модуля упругости при растяжении образцов**

	Предел прочности, МПа		**Модуль упругости, ГПа**	
Необработанная мука	27,13		4,27	
	С ультразвуком	**Без ультразвука**	**С ультразвуком**	**Без ультразвука**
2% раствор	37,25	33,75	5,47	4,92
4% раствор	40	36	5,67	5,22

Из таблицы 2 видно, что обработка щелочью улучшает предел прочности на растяжение, более того, прочность увеличивается с ростом концентрации раствора. 4% раствор щелочи удаляет гораздо больше гемицеллюлозы и лигнина, чем 2%раствор. Поэтому, прочность на растяжение выше в первом случае. Аналогично себя ведут образцы при испытании модуля упругости при растяжении, результаты которых указаны в таблице. Образцы, изготовленные из частиц, обработанных в растворе дополнительно с ультразвуком, отличаются более высокой прочностью на растяжение.

Таблица 3 показывает результаты проведенных исследований на определение предела прочности и модуля упругости при изгибе образцов, из которого видно, что обработка древесных частиц раствором щелочи увеличивает прочность на изгиб в среднем на 10%, а эластичность в среднем на 7%.

Таблица 3. **Значения предела прочности и модуля упругости при изгибе образцов**

	Предел прочности, МПа		**Модуль упругости, ГПа**	
Необработанная мука	46		3,24	
	С ультразвуком	**Без ультразвука**	**С ультразвуком**	**Без ультразвука**
2% раствор	58,75	54	4,25	3,81
4% раствор	63,75	58	4,41	4,11

В работе также изучена ударная прочность изделия. Результаты исследований ударопрочности образцов показаны в таблице 4. По ней видно, что ультразвуковое ускорение обработки в растворе щелочи улучшает показатель прочности в среднем на 38%.

Таблица 4. **Значения ударной прочности образцов ДПК**

	Ударная прочность, Дж/м	
Необработанная мука	87,5	
	2% раствор	**4% раствор**
Без ультразвука	96,25	122,5
С ультразвуком	106,25	153,75

Таким образом, анализ полученных результатов исследований позволяет сделать вывод о том, что комбинация обработки древесины щелочью и ускорение этого процесса ультразвуком значительно на механические свойства древесно-пластикового композита.

Щелочное воздействие улучшает извлечение из древесины гемицеллюлозы и лигнина. Этот процесс ускоряется под влиянием ультразвуковых волн. Результаты механических испытаний образцов ДПК показывают, что обработка древесных частиц щелочью улучшает прочность и модуль упругости. Рост прочности происходит из-за улучшенной адгезии между волокном и матрицей, которая объясняется отсутствием микроскопических полостей, возникающих вследствие газации необработанного древесного наполнителя, а улучшение эластичности происходит по причине удаления лигнина и гемицеллюлозы.

Результаты, полученные в данной работе, подтверждают, что сочетание химической обработки древесины и ультразвукового воздействия является более эффективным инструментом в улучшении механических свойств композитов.

Представленная работа выполнялась при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД-5596.2016.8).

Список литературы

1. *Klyosov A.A.* Wood–Plastic Composites. Wiley, Hoboken, NJ, USA. 2007.
2. *Sarkar P.B.* The chemistry of jute lignin // J. Ind. Chem. Soc. 1934. Vol. 11. PP. 691–700.
3. *Safin R.R., Štefan Barcík, Nazipova F.V., Ziatdinov R.R., Shaikhutdinova A.R., Beliakova E.A., Kainov P.A.* The effect of ultrasonic extraction of soluble sugars from the wood filler on the strength properties of the composite based on mineral binder // Key Engineering Materials. 2016. Vol. 688. PP. 138-144.
4. *Hromadkova Z., Kovacikova J., Ebringerova A.* Study of the classical and ultrasound-assisted extraction of the corn cob xylan // Ind. Crops Prod. 1999. vol. 9. PP. 101–109.
5. *Salisova M., Toma S., Mason T.J.* Comparison of conventional and ultrasonically assisted extractions of pharmaceutically active compounds from Salvia officianalis // Ultrasonics Sonochem. 1997. vol. 4. PP. 131–134.
6. *Safin R.R., Galyavetdinov N.R., Khasanshin R.R., Safin R.G., Razumov E.Y.* The usage of wood wastes in the manufacture of composite materials // Proceedings Fifteenth International Multidisciplinary Scientific GeoConference "SGEM 2015. Energy and Clean Technologies", 2015, Albena, Bulgaria, Safin Ruslan Rushanovich. 2015. PP. 779-786.
7. *Разумов Е.Ю., Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Аминов Л.И.,* Экспериментальное исследование физического эффекта обработки древесных отходов вч-плазмой // Деревообрабатывающая промышленность. 2009. № 1. С. 24-25.
8. *Сафин Р.Р., Назипова Ф.В., Воронин А.Е., Зиатдинов Р.Р.* Ультразвуковая экстракция водорастворимых сахаров из древесины в производстве компози-

ционных материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18. № 16. С. 188-190.
9. *Сафин Р.Р., Барсик С., Назипова Ф.В., Зиатдинов Р.Р.* Ультразвуковая экстракция «цементных ядов» в производстве арболита // Деревообрабатывающая промышленность. 2015. № 2. С. 26-30.
10. *Назипова Ф.В., Хуснуллина А.И.* Интенсификация термовлажностной обработки древесного наполнителя в производстве композитных материалов с помощью ультразвука // В сборнике: Актуальные проблемы сушки и термовлажностной обработки материалов в различных отраслях промышленности и агропромышленном комплексе сборник научных статей Первых Международных Лыковских научных чтений, посвящённых 105-летию академика А.В. Лыкова. Москва, 2015. С. 330-332.
11. *Сафин Р.Р., Разумов Е.Ю., Белякова Е.А., Назипова Ф.В.* Исследование термодревесины березы и сосны на биостойкость // В сборнике: Annal of Warsaw University of Life Science - SGGW Cep. "Forest and wood technology, 87" Warsaw University of Life Science. Warsaw, 2014. С. 216-223.

Сафин Р.Р., д.т.н., профессор;
Хакимзянов И.Ф., ассистент, e-mail: ilshat_170@mail.ru;
Кайнов П.А., к.т.н., доцент

ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Исследование влияния температуры термической обработки древесного топлива на эффективность сушильной установки

Аннотация. Энергосбережение на сегодняшний день является актуальной проблемой не только при проведении процессов сушки, но и в различных отраслях производства. С целью сокращения потребления топливно-энергетических ресурсов наибольшее внимание уделяется использованию альтернативных источников энергии. При этом наиболее доступным видом возобновляемого сырья является биомасса, основную долю которой составляет древесина. В связи с этим, была разработана сушильная установка, которая состоит из сушильной камеры с тепловым насосом, работающим от двигателя внутреннего сгорания. В данной статье проводились исследования влияния торрефицированного древесного топлива на эффективность сушильной установки. В ходе проведения экспериментов было определено, что при газификации древесного топлива, обработанного при высоких температурах, выделяется генераторный газ с большей теплотворной способностью, что сказывается на производительности теплового насоса. Таким образом, было установлено, что использование древесного топлива, подвергнутого высокотемпературной обработке, позволяет увеличить эффективность всей сушильной установки.

Ключевые слова: торрефикация, топливные гранулы, генераторный газ, энергосбережение, сушка, тепловой насос.

Энергосбережение на сегодняшний день является актуальной проблемой не только при проведении процессов сушки, но и в различных отраслях производства. Рациональное использование природных ресурсов, сокращение вредных выбросов в атмосферу и эффективное использование электрической и тепловой энергии приобретают исключительно важное значение в промышленности [1, 2]. Проблема снижения энергетических затрат весьма актуальна для России, поскольку энергоемкость промышленного производства находится на высоком уровне, что, в конечном счете, приводит к увеличению себестоимости конечного продукта.

Немаловажную роль в энергосбережении играет также модернизация известных и создание новых технологических устройств и комплексов, позволяющих рационально использовать теплоту отходящих потоков, возникающих на разных стадиях технологического процесса [3-6].

Одним из возможных решений является разработка сушильной установки с использованием теплового насоса, работающего от двигателя внутреннего сгорания. В качестве источника топлива для двигателя используется альтернативный источник энергии – отходы деревообработки, образующихся на деревообрабатывающих предприятиях. Однако из-за своей низкой энергоемкости и нестабильности гранулометрического состава возникает проблема его энергетического и технологического использования. С целью повышения энергоемкости отходы деревообработки гранулируют [7, 8]. Кроме того, одним из перспективных способов предварительной обработки древесного топлива является метод торрефикации – высокотемпературное воздействие без доступа кислорода воздуха [9].

По определению эффективности проведения термической обработки древесного сырья было проведено множество исследований. Установлено, что проведение данной технологии в сочетании с гранулированием позволяет получить топливные гранулы с теплотворной способностью до 22,7 МДж/кг [10].

Проведя анализ литературных источников, можно сделать вывод, что исследования в области торрефикации древесных топливных гранул ограничиваются исследованиями режимных параметров процесса и свойств торрефиката.

В связи с этим, была поставлена задача исследования влияния температуры торрефикации древесного топлива на режимные параметры процесса сушки материалов.

С целью исследования влияния температуры термической обработки древесного топлива на производительность сушки пиломатериалов была создана сушильная установка, работающая от альтернативного источника энергии (рис. 1).

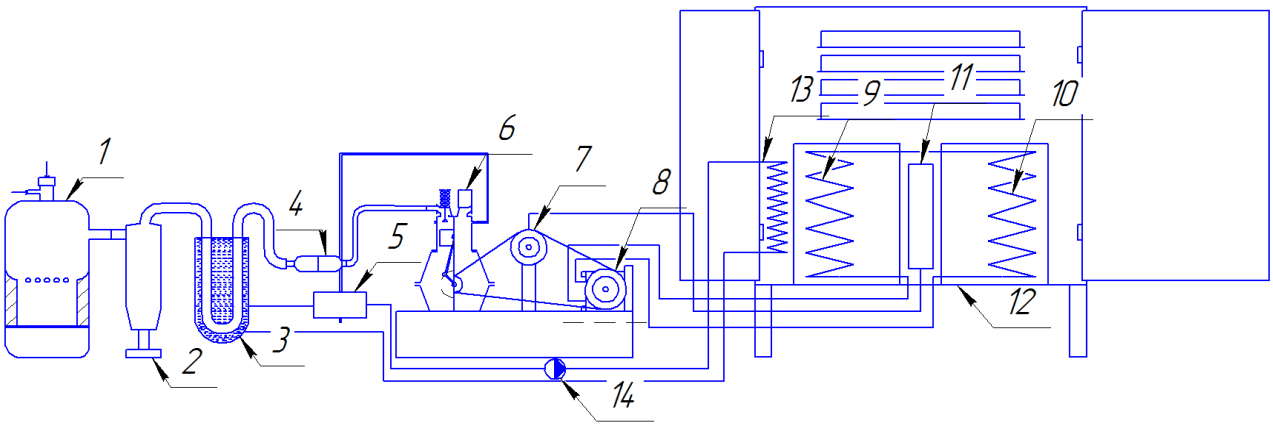


Рис. 1. Схема автономной установки для сушки древесных материалов:
1 – газогенератор; 2 – циклон для охлаждения газа; 3 – теплообменник;
4 – фильтр; 5 – дополнительный теплообменник; 6 – двигатель внутреннего сгорания;
7 – электрогенератор; 8 – компрессор теплового насоса;
9 – конденсатор; 10 – испаритель; 11 – вентилятор; 12 – сушильная камера;
13 – теплообменник для подогрева сушильного агента; 14 – циркуляционный насос

Топливные гранулы поступают в газогенератор 1, в котором при высокой температуре происходит процесс разложения с получением генераторного газа. Далее полученный генераторный газ после очистки в циклоне 2 поступает в теплообменник 3, в котором производится его охлаждение за счет передачи теплоты газа жидкому теплоносителю, который благодаря циркуляционному насосу 14 следует в сушильную камеру 12 для подогрева сушильного агента. Генераторный газ, охладившись и пройдя дополнительную очистку в фильтре 4, поступает в двигатель внутреннего сгорания 6, при сжигании которого вырабатывается тепловая и механическая энергия. Тепловая энергия в виде дымовых газов направляется в теплообменник 5, который используется для дополнительного подогрева жидкого теплоносителя. Механическая энергия используется для привода компрессора теплового насоса 8, а также для получения электроэнергии, которая используется для работы циркуляционного насоса 14 и вентилятора 11.

После загрузки камеры и выхода на рабочий режим двигателя внутреннего сгорания начинается прогрев сушильной камеры. В качестве сушильного агента используется атмосферный воздух, который подогревается при помощи теплообменника 13. При выходе из штабеля материалов сушильный агент охлаждается в испарителе теплового насоса 10, образованный при этом конденсат стекает в конденсатоотводчик. Далее сушильный агент подогревается в конденсаторе теплового насоса 9 и, дополнительно подогреваясь в теплообменнике 13, вновь направляется к высушиваемому материалу. Сушка проводится до тех пор, пока влагосодержание древесного материала не достигнет заданного конечного значения.

В процессе ведения экспериментов был определен состав получаемого генераторного газа (рис. 2). При торрефикации древесного топлива увеличивается содержание в составе генераторного газа водорода и оксида углерода при

одновременном уменьшении диоксида углерода, т. е. при увеличении температуры торрефикации повышается энергоемкость генераторного газа. Установлено, что при температуре термической обработки древесного топлива свыше 240°С наблюдается наибольшая энергоемкость генераторного газа.

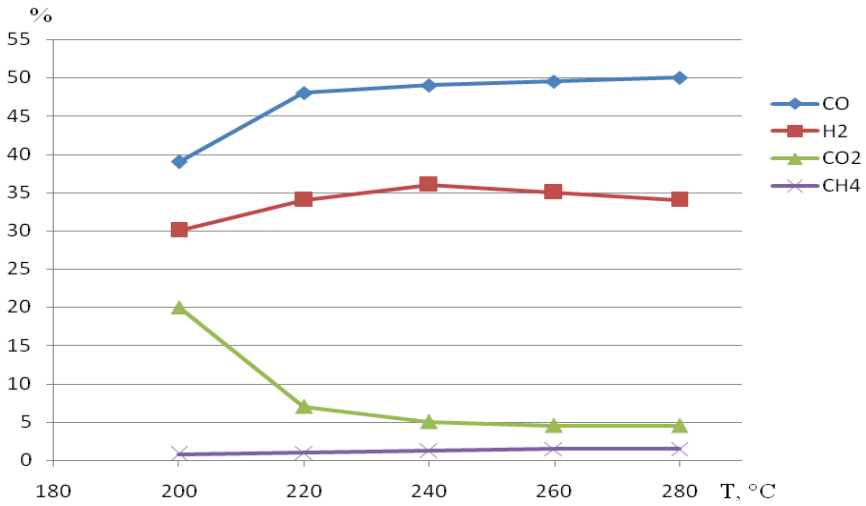


Рис. 2. Состав генераторного газа, полученного при газификации торрефицированногодревесного топлива

В ходе проведения экспериментов установлено влияние генераторного газа на мощность двигателя внутреннего сгорания. Было определено, что мощность двигателя зависит от температуры торрефикации древесного топлива. Отсюда следует, что мощность двигателя может быть увеличена на 10-15 %.

Для подтверждения энергоэффективности использования торрефицированного древесного топлива были выполнены исследования по определению температуры и относительной влажности сушильного агента в зависимости от температуры торрефикации древесного топлива (таблица).

Таблица. **Показатели температуры и относительной влажности сушильного агента в зависимости от температуры обработки топлива**

Температура обработки, °С	Температура сушильного агента, °С	Относительная влажность, %
220	53	0,75
230	53,5	0,745
240	54	0,73
250	54,8	0,71
260	56	0,68
270	57,7	0,64
280	59,5	0,59

Из таблицы видно, что при увеличении температуры торрефикации древесного топлива повышается температура и снижается относительная влаж-

ность сушильного агента, вследствие увеличения температуры генераторного газа и мощности теплового насоса.

В работе исследовано влияние температуры торрефикации на производительность сушильной установки. Для проведения исследований была создана экспериментальная установка, состоящая из конвективной сушильной камеры с тепловым насосом, работающего от двигателя внутреннего сгорания. В качестве топлива использовались торрефицированные древесные гранулы.

В процессе выполнения исследований было установлено, что с увеличением температуры торрефикации древесного топлива увеличивается мощность двигателя, и, следовательно, холодопроизводительность теплового насоса, что позволяет значительно снизить относительную влажность среды в сушильной камере.

Таким образом, использование торрефицированных топливных гранул в качестве альтернативного источника энергии позволяет увеличить производительность всей сушильной установки.

Данная работа выполнялась при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (МД – 5596.2016.8).

Список литературы

1. *Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Кайнов П.А*. Обзор современных решений сотрудников ФГБОУ ВПО "КНИТУ" в области техники и технологии сушки пиломатериалов // Вестник Казанского технологического университета. 2013. Т. 16, № 23. С. 76-78.
2. *Сафин Р.Р., Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А., Николаев А.Н., Сафина А.В*. Обзор современных решений повышения энергоэффективности в процессах сушки пиломатериалов // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17, № 21. С. 50-52.
3. *Сафин Р.Р., Назипова Ф.В., Хазиева Д.Р.* Современные методы сушки пиломатериалов // Деревообрабатывающая промышленность. 2013. № 4. С. 23-28.
4. *Хакимзянов И.Ф., Сафина А.В.* Современные энергоэффективные решения в процессах сушки пиломатериалов // Деревообрабатывающая промышленность. 2014. № 3. С. 21-23.
5. *Сафин Р.Р., Беляева А.В.* Энергосбережение: современный подход к повышению эффективности деревообрабатывающих предприятий России // Деревообрабатывающая промышленность. 2005. № 3. С. 11.
6. *Сафин Р.Р., Хакимзянов И.Ф., Кайнов П.А.* Методология снижения энергетических затрат и разработка новых принципов в процессах сушки и термовлажностной обработки материалов // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 11. С. 128-131.
7. *Сафин Р.Р., Хасаншин Р.Р., Хакимзянов Э.Ф.* Повышение эффективности пеллетного производства применительно к лесным хозяйствам Республики Татарстан // Энергетика Татарстана. 2014. № 3-4 (35-36). С. 77-80.
8. *Safin R.R, Voronin A.E., Shaikhutdiova A.S., Nazipova F.V., Kaynov P.A.* Method of rational use of waste of timber industries // Fifteenth International Multidiscipli-

nary Scientific GeoConference "SGEM 2015. Energy and Clean Technologies", Albena, Bulgaria, Proceedings. Safin R.R. 2015. PP. 699-706.
9. *Шаяхметова А.Х., Сафин Р.Р., Тимербаева А.Л., Зиатдинов Р.Р.* Торрефицирование твердых видов биотоплива из древесины и лузги подсолнечника // Вестник Казанского технологического университета. 2015. Т. 18, № 8. С. 138-141.
10. *Safin R.R., Khasanshin R.R., Timerbaeva A.L., Safina A.V.* Study of the physical and energy properties of fuel granules based on a thermomodified wood raw material // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. 2015. Vol. 88, № 4. PP. 925-928.

Стародубцева В.А., канд. тех. наук, проф.
Шкляев М.О., магистрант, e-mail: shkliaev.maks2013@yandex.ru

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

Перспективы использования суперконденсаторов в блоках рекуперации лифтов

Аннотация: В данной статье приведено обоснование использования суперконденсаторов в блоках рекуперации лифтов. Рассмотрено сравнение электропотребления различных типов электроприводов лифта. Одновременно разбирается структурная схема аккумулирования рекуперативной электроэнергии и дано краткое описание её работы. Также приведены другие области использования суперконденсаторов.

Ключевые слова: суперконденсатор, ионистор, блок рекуперации, энергоэффективность, рекуперативное торможение, аккумулирование электроэнергии.

Развитие определенных направлений науки в современном мире напрямую зависит от её окупаемости и рентабельности в настоящее время или в ближайшем будущем. Есть множество идей и проектов, которые на первый взгляд могли бы продвинуть наши технологии вперед, но они в данный момент могут оказаться не актуальными. Актуальные направления развития в международной науке – это энергоэффективность и альтернативные источники электроэнергии. Абсолютно понятно, почему данные направления актуальны, запасы почти всех энергоресурсов конечны, а их стоимость с каждым годом только растет.

Один из способов повышения энергоэффективности – это «вторичное использование» потребленной электроэнергии. Энергоресурсы, которые можно получить при утилизации можно рассчитать по формуле (1):

$$E_{rec} = E_{cons} \cdot (1 - \eta), \quad (1)$$

где E_{rec} – энергия, отправленная на утилизацию, E_{cons} – потребляемая энергия, η – КПД.

На данный момент существуют разработки преобразующие кинетическую энергию движущихся тел (режим торможения электродвигателем) в электрическую энергию, которая накапливается и в дальнейшем используется в двигательном режиме. Для этого решения наиболее оптимально использовать ионистор (суперконденсатор).

Суперконденсатор – это устройство, которое объединяет в себе свойства как аккумулятора, способного запасать большое количество электрической энергии, так и диэлектрического конденсатора, способного запасать и отдавать большое количество электроэнергии за очень короткий промежуток времени. Он способен в течение десятых долей секунды принять энергию, которая вырабатывается при торможении движущегося объекта с массой от электромобиля до тяжелой электрички [1].

На сегодняшний день, ионистор – это накопитель энергии, который способен возвращать энергию, выделяющуюся при торможении движущегося тела, и использовать до 25 % потребленной энергии [2].

Суперконденсатор обладает гораздо большей емкостью в отличие от обычных конденсаторов, порядка от нескольких фарад до нескольких тысяч фарад. Он способен питать нагрузку различной электроники в течение длительного времени.

Характеристические особенности суперконденсаторов:

- могут заряжаться и разряжаться неограниченное количество раз;
- большой диапазон времени разряда;
- высокая плотность запасаемой энергии;
- высокое КПД (порядка 97-98%);
- в отличие от химических батарей отсутствует эффект «глубокого разряда»;
- длительный срок службы (количество циклов заряда-разряда у некоторых достигает до 1 000 000 или 10 лет);
- сохраняет рабочие характеристики в температурном диапазоне от минус 50ºС до плюс 85ºС и т.д [3].

Суперконденсаторы получили широкое использование в блоках рекуперации энергии для лифтов. Применение блока рекуперации энергии для безредукторного привода лифта, предоставляет возможность накапливать энергию, которая генерируется при рекуперативном торможении. Таким образом, кинетическая энергия переходит в электрическую, запасающуюся в суперконденсаторах и использующуюся для питания электропривода или в других целях. В силу этого происходит сбережение энергии до 20%.

Количество затраченной электроэнергии обуславливается разными факторами, такими как высота подъема, скорость, загрузка кабины. Энергоэффективность пассажирского лифта грузоподъемностью 1000 кг приведена на рис. 1

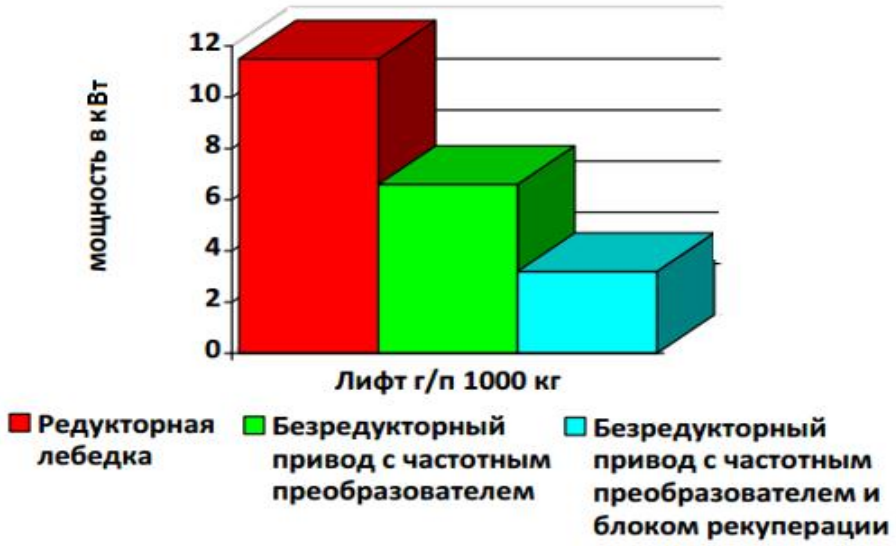


Рис. 1. Энергоэффективность пассажирского лифта

Красным цветом выделено энергопотребление лифта с обычной двухскоростной редукторной лебедки. Зеленый цвет отражает расход электроэнергии безредукторным приводом с частотным преобразователем. Голубым цветом демонстрируется максимальная экономия электроэнергии, которая достигается с помощью установки блока рекуперации [4].

Блок рекуперации содержит в себе батарею суперконденсаторов, устройства заряда и разряда, выпрямитель, инвертор, а также системы управления, диагностики и контроля. Структурная схема аккумулирования рекуперативной энергии приведена на рис. 2.

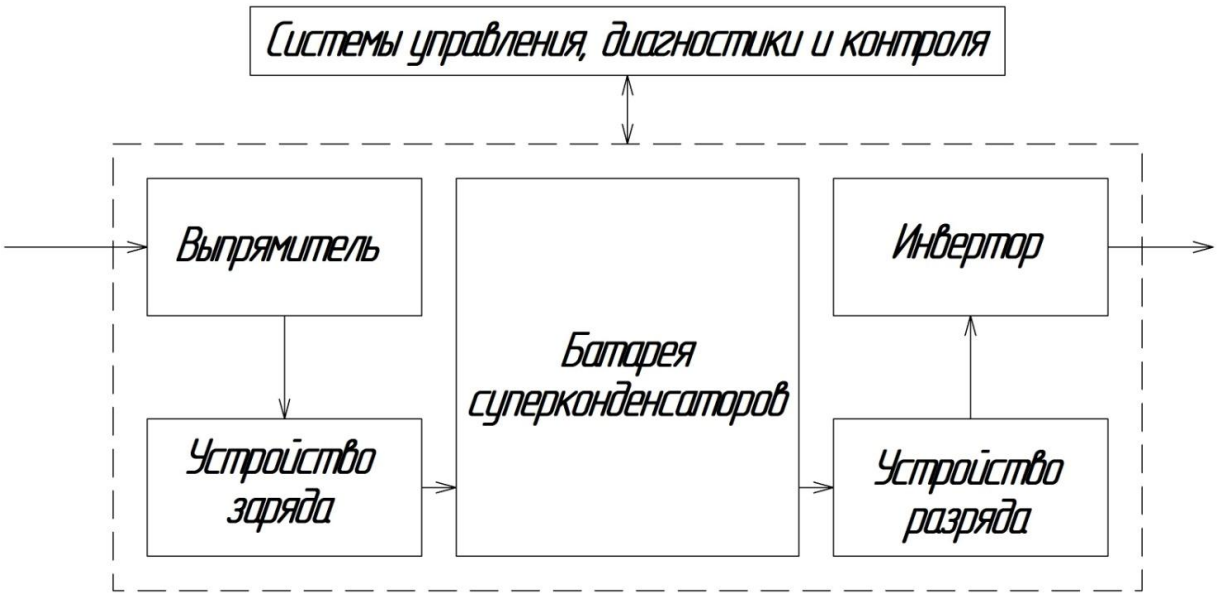


Рис. 2. Структурная схема аккумулирования рекуперативной энергии

При запуске кабины лифта и дальнейшем разгоне в роли дополнительного питания выступает батарея ионисторов. Схема гарантирует равномерное пе-

ремещение кабины, а при торможении кабины лифта обеспечивает рекуперацию кинетической энергии в электрическую.

Работа батареи суперконденсаторов обеспечивается с помощью выпрямителя и инвертора, которые создают звено постоянного тока, требующееся для функционирования батареи. Эксплуатация выпрямителя и инвертора возможна в широком диапазоне частот и напряжений. Что обеспечивает работоспособность данной схемы при использовании преобразователя частоты.

С помощью устройства заряда батарея суперконденсаторов накапливает электроэнергию. Это осуществляется в режиме торможения при рекуперации энергии, для этого режима характерно непрерывно понижающееся напряжение источника. При отдаче энергии срабатывает устройство разряда, которое оптимизирует процедуру возврата электроэнергии.

Системы управления, диагностики и контроля служат для автоматической работы схемы аккумулирования рекуперативной энергии, осуществляя оперативный анализ данных устройства системы накопления энергии путем формирования управляющих воздействий по заданной логической схеме.

Области применения ионисторов довольно обширны. В виде кратковременных и комбинированных источников тока они используются в микро и радиоэлектронике. Практикуются во вспышках фотоаппарата, звуковой технике, в медицинских электроприборах. Суперконденсаторы используются в компьютерах как источники питания для модулей памяти.

Ионисторы являются незаменимыми, где присутствует необходимость быстродействующего источника энергии, например звенья силовых импульсных устройств, источники бесперебойного питания и в иных приборах.

Более мощные суперконденсаторы находят свое применение в транспортных средствах с электрическими или гибридными двигателями. Неоспоримая польза при использовании ионисторов в городском маршрутном транспорте, где циклы разгона и торможения довольно часты. При торможении ионистор заряжается, накапливая рекуперативную электроэнергию, а при разгоне разряжается, тем самым уменьшая потребляемую энергию.

Суперконденсаторы относительно химических источников тока имеют пока малую плотность накапливаемой энергии, но их достоинство неоспоримо. Химические источники тока имеют крайне малое количество циклов заряда-разряда, нуждаются в большом количестве времени заряда и разряда. Протекающая во время цикла химическая реакция идет с непостоянной скоростью и с выделением тепла. Выработавшие свой срок аккумуляторы требуют особой утилизации, в связи с загрязнением окружающей среды. Суперконденсаторы в скором времени вытеснят аккумуляторы в системах запуска больших дизельных генераторов, танковых двигателей и т.д.

В настоящее время суперконденсаторы – это перспективное направление развития аккумулирования электроэнергии. Уже сейчас они используются во многих областях науки и техники. Благодаря развитию нанотехнологий стоимость производства ионисторов уменьшится, но при этом увеличится емкость этих батарей, что расширит область их применения в разы.

Список литературы

1. *Lewandowski A., Galinski M.* Practical and theoretical limits for electrochemical double-layer capacitor // Journal of Power Sources. 2007. 173. P. 822–828.
2. *Денщиков К.К., Жук А.З. Измайлова М.Ю., Герасимов А.Ф.* Новое поколение сборочных суперконденсаторов // Первый международный симпозиум по электрохимическим конденсаторам, 30 июня – 2 июля, 2009. Нантес, Франция.
3. КлубЁ – сайт российского клуба любителей ёМобиль: URL:http://клубё.рф/tehnologii-jo/akkumulyatornie-batarei-jo-mobiley.html (дата обращения 22.03.2016).
4. ООО «СитиЛифт» Энергосберегающие лифты БМП и ВМП: URL:http://www.rlolift.ru/data/home/Documents/ensitilift2.pdf (дата обращения 22.03.2016).

Фахразиев И.И., студент, e-mail: ilsha-22@mail.ru;
Хворенков Д.А., ст. преподаватель, e-mail: tguug@istu.ru;
Варфоломеева О.И., к.т.н., доцент, e-mail: tguug@istu.ru;

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова»

К вопросу о температурно-влажностном режиме строительных конструкций железобетонной дымовой трубы

Аннотация: В данной статье моделируется процессы переноса влаги в проницаемых стенках железобетонной дымовой трубы. Проведена серия расчетов, показывающих влияние скорости продуктов сгорания на локализацию возможных зон конденсатообразования в толще стенки дымовой трубы и интенсивность массообмена влаги. Задача решалась графоаналитическим методом.

Ключевые слова: Котельные установки, дымовая труба, конденсатообразование, влагоперенос, диффузия влаги.

Дымовые трубы котельных установок являются сложными и дорогостоящими сооружениями. Снижение температуры продуктов сгорания обеспечивает повышение коэффициента полезного использования топлива, однако при этом возможна конденсация водяных паров продуктов сгорания на внутренней поверхности дымовых труб или в ограждающих конструкциях, если трубы кирпичные или железобетонные. Утилизация теплоты после котельного агрегата может быть проведена в теплоутилизаторах различного типа, включенных в систему дымоудаления по различным схемам, представленным, например, в [1, 2].

От соблюдения благоприятного температурно-влажностного режима зависит их долговечность и надежность всего теплогенерирующего объекта.

При выборе оптимальных с точки зрения снижения потерь с уходящими газами режимов работы котельной установки [3] недостаточно обеспечить отсутствие конденсатообразования на внутренних поверхностях дымовых труб.

Необходимо также учесть диффузионные процессы в стенках железобетонных и кирпичных дымовых труб.

Задачей работы являлось определение зоны возможного выпадения конденсата в стенке дымовой трубы, при которой конденсатообразования не происходит.

Исследование проводилось для цилиндрической железобетонной дымовой трубы высотой $h = 30$ *м* и внутренним диаметром $D_{ВН} = 1{,}2$ *м* по типовому проекту [4]. Параметры наружного воздуха приняты из [5] для г. Ижевск. В расчете температура наружного воздуха принята равной средней температуре наиболее холодного месяца $t_H = -13{,}4\ ^0C$ по причине низкой скорости диффузионных процессов [6]. Значение скорости продуктов сгорания w на входе в дымовую трубу принимали значение *6 м/с; 15 м/с и 25 м/с;* температура газов на входе в дымовую трубу принималась $t_{Д.Г..} = 70\ ^0C$.

Зона возможной конденсации в толще ограждения определялась графоаналитическим методом. Парциальное давление водяных паров и давление насыщения зависит от температуры диффундирующего потока влаги. Температурное поле в стенке строилось с учетом остывания продуктов сгорания по высоте дымовой трубы [7]:

$$t_Г = t_H + (t_Г^{ОСН} - t_H) \cdot \exp\left(-\frac{K_I \cdot \pi \cdot h}{G_Г \cdot c_Г}\right),\ ^0C.$$

где t_H - температура наружного воздуха, ^0C;

$t_Г^{ОСН}$ - температура дымовых газов в основании дымовой трубы, ^0C;

K_I - линейный коэффициент теплопередачи от дымовых газов через стенку трубы к наружному воздуху, $Вт/(м \cdot {}^0C)$;

h - высота рассматриваемого сечения дымовой трубы от места присоединения газохода, *м*;

$G_Г$ - массовый расход дымовых газов, $кг/с$;

$c_Г$ - удельная массовая теплоемкость продуктов сгорания при средней температуре на участке от высотной отметки присоединения газохода до рассматриваемого сечения, $Дж/кг \cdot {}^0C$.

При расчете теплообмена на наружной поверхности дымовой трубы учитывалось изменение коэффициента теплоотдачи по высоте. Рекомендуемые значения коэффициента теплоотдачи для различных высотных отметок приняты по [8].

Коэффициент теплоотдачи на внутренней поверхности дымовой трубы определяется по критериальному уравнению теплоотдачи для шероховатых труб из [9]:

$$Nu = 0{,}032\,\mathrm{Re}^{0,8} \cdot \mathrm{Pr}^{0,3} \cdot \varepsilon_L^{0,054}.$$

Плотность теплового потока определялась по одномерному уравнению:

$$q = k(t_{Д.Г..} - t_H),\ Вт/м^2.$$

где k - коэффициент теплопередачи, $Вт/(м \cdot {}^0C)$;

$t_{Д.Г.}$ - температура дымовых газов на входе в дымовую трубу, ${}^0C$;

t_H - температура наружного воздуха, ${}^0C$.

Поскольку кривизна стенки трубы невелика, то использовались уравнения для плоской стенки. Температура внутренней и наружной поверхностей трубы определялись по формулам:

$$t_{CT}^B = \frac{\alpha_{BH} \cdot t_{Д.Г.} - q}{\alpha_{BH}},\ {}^0C;$$

$$t_{CT}^H = \frac{\alpha_H \cdot t_H + q}{\alpha_H},\ {}^0C,$$

где α_{BH}, α_H - коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхностях дымовой трубы соответственно, $Вт/(м^2 \cdot {}^0C)$.

Температура определялась в 5 точках по толщине стенки в каждом рассматриваемом поперечном сечении:

$$t_{i+1} = t_i - \frac{q \cdot (\delta_{i+1} - \delta_i)}{\lambda},\ {}^0C,$$

где t_i - температура предыдущего слоя, ${}^0C$;

λ - коэффициент теплопроводности железобетона, $Вт/(м \cdot {}^0C)$;

δ_i, δ_{i+1} - толщина предыдущего и рассматриваемого слоев стенки ограждающей конструкций, $м$.

По вычисленному температурному полю определяется максимальная упругость водяного пара E_T. Для вычисления E_T [10] рекомендуется формула:

$$E_T = 1{,}84 \cdot 10^{11} \cdot \exp\left(-\frac{5330}{273{,}15 + t}\right),\ Па.$$

Однако диапазон температур дымовых газов в стенке дымовых труб существенно отличается, поэтому для определения E_T в данной работе применялись табличные значения аппроксимирующих эти табличные значения:

$$E_T = 0{,}0007t^4 + 0{,}0102t^3 + 1{,}4011t^2 + 51{,}562t + 599\ Па.$$

Упругость водяного пара наружного и внутреннего воздуха:

$$e_T^{H(B)} = \frac{E_T^{H(B)} \cdot \varphi_{H(B)}}{100}, \; Па,$$

где φ_H - относительная влажность наружного воздуха, %;

φ_B - относительная влажность дымовых газов, %.

Сопротивление паропроницанию однослойной стенки определяется по формуле:

$$R_П = \frac{\delta_i}{\mu_i}, \frac{Па \cdot ч \cdot м^2}{мг},$$

где δ_i - толщина стенки дымовой трубы, $м$;

μ_i - коэффициент паропроницаемости, $мг/(м \cdot ч \cdot Па)$.

Сопротивление паропроницанию ограждающей конструкции следует рассчитывать как сумму сопротивлении паропроницанию отдельных слоев по формуле:

$$R_{ОП} = R_{ПВ} + \sum_{J=1}^{N} R_П + R_{ПН}, \frac{Па \cdot ч \cdot м^2}{мг}$$

где $R_{ПВ}$, $R_{ПН}$ - сопротивления парообмену у внутренней и наружной поверхностях соответственно, $\frac{Па \cdot ч \cdot м^2}{мг}$.

Поток пара через 1 м^2 стенки дымовой трубы определяется по формуле:

$$g = \frac{e_T^B - e_T^H}{R_{ОП}}, \frac{мг}{м^2}.$$

Упругость водяного пара на внутренней и наружной поверхностях дымовой трубы:

$$e^{H(B)} = e_T^{H(B)} \mp gR_{ПН(ПВ)}, \; Па.$$

Существенным параметром расчета влажностного режима является интенсивность подходящего и выходящего потока пара, определяемого по формуле:

$$g' = \frac{e_B - E'}{R_П'}, \frac{мг}{м^2};$$

$$g'' = \frac{E'' - e_H}{R_П''}, \frac{мг}{м^2}.$$

где E', E'' - максимальные парциальные давления пара в точках начала и конца зоны конденсатообразования, $Па$;

$R_П'$ - сопротивление паропроницанию участка стены от внутренней поверхности трубы до начала конденсации, $\frac{Па \cdot ч \cdot м^2}{мг}$;

$R_П''$ - сопротивление паропроницанию участка стены от конца зоны конденсации до наружной поверхности трубы, $\frac{Па \cdot ч \cdot м^2}{мг}$.

Удельное количество влаги, сконденсировавшейся в зоне возможного выпадения конденсата определяется по формуле:

$$\Delta g = g' - g'', \frac{мг}{м^2}.$$

Более подробно расчет влажностного режима в ограждающих конструкциях представлен в [6, 10]. Методика расчета реализована в Microsoft Excel. Результаты расчета температурно-влажностного режима ограждающих конструкций дымовой трубы приведены в таблице.

Таблица. **Результаты расчета параметров температурно-влажностного режима ограждающих конструкций железобетонной дымовой трубы**

Параметр	**Единица измерения**	**Высотная отметка сечения h, м, при скорости дымовых газов *w* на входе в трубу, м/с**					
		3,5	**6,5**	**7,5⁻**	**7,5⁺**	**18,5**	**30,0**
		w =6 м/с					
$\delta_{нач}$	м	0,041	0,038	0,037	-	-	-
$\delta_{кон}$	м	0,169	0,170	0,170	-	-	-
g'	мг/м^2	3303	3381	3407	2927	3061	3057
g''	мг/м^2	919	895	888	2927	3061	3057
Δg	мг/м^2	2384	2486	2520	0	0	0
$t_г$	°С	69,5	69,1	68,9	68,9	67,3	65,6
		w =15 м/с					
$\delta_{нач}$	м	0,104	0,103	0,102	-	-	-
$\delta_{кон}$	м	0,173	0,174	0,174	-	-	-
g'	мг/м^2	2413	2442	2453	1503	1468	1424
g''	мг/м^2	1124	1098	1088	1503	1468	1424
Δg	мг/м^2	1288	1343	1365	0	0	0
$t_г$	°С	69,9	69,8	69,7	69,7	68,9	68,0
		w =25 м/с					
$\delta_{нач}$	м	0,119	0,118	0,117	-	-	-

$\delta_{кон}$	м	0,176	0,177	0,178	-	-	-
g'	мг/м^2	2283	2310	2319	1117	1044	971
g''	мг/м^2	1177	1146	1135	1117	1044	971
Δg	мг/м^2	1105	1165	1185	0	0	0
$t_г$	°С	69,8	69,7	69,7	69,7	69,1	68,6

На отметке 7,5 м конструктивно ступенчато изменяется толщина стенки с 250 мм до 100 мм, поэтому для нее параметры рассчитаны снизу ($7,5^-$) и сверху ($7,5^+$).

Фазовый переход диффундирующего водяного пара происходит с точки примыкания газохода 3,5 м до отметки 7,5 м. С этой высотной отметки (7,5 м) и до верха трубы при заданных условиях реализуется сухой температурно-влажностный режим в стенке. При увеличении скорости дымовых газов в трубе поток влаги уменьшается. При этом увлажненный слой смещается к наружной поверхности, уменьшаясь по толщине.

Проведенный расчет показал, что учет температурно-влажностного режима влагопроницаемых стенок железобетонных и кирпичных дымовых труб необходим и определяется не только влажностью продуктов сгорания, их температурой и параметрами наружного воздуха, но режимом работы котельной установки.

Список литературы

1. *Данилов О. Л.* Использование вторичных энергетических ресурсов / О. Л. Данилов, В. А. Мунц. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008.
2. *Хворенков Д.А., Варфоломеева О.И.* Оценка эффективности применения системы утилизации теплоты уходящих газов на отопительной котельной // Энергосбережение и водоподготовка. 2013. № 4 (84). С. 44-46.
3. *Хворенков Д.А., Варфоломеева О.И.* Методика расчета температурно-влажностных режимов работы дымовых труб теплоэнергетических установок// Промышленная энергетика. 2013. № 7. С. 30-33.
4. Типовой проект 907-2-229 Труба дымовая сборная железобетонная h=30м; $D_{ВН}$=1,2м с надземным примыканием газоходов для котельных установок.
5. СП 131.13330.2012 Строительная климатология: Актуализированная редакция СНиП 23-01-99.−М.: Минрегион России, 2012.
6. *Фокин К.Ф.* Строительная теплотехника ограждающих частей зданий. Изд. 4-е, перераб. и доп. М.: Стройиздат, 1973.
7. *Кудинов А.А.* Энергосбережение в теплогенерирующих установках. Ульяновск: УлГТУ, 2000.
8. *Ижорин М.Н.* Дымовые трубы: Справочное издание / Под ред М.Н. Ижорина. – М.: Теплотехник, 2004.
9. *Дужих Ф.П., Осоловский В.П., Ладыгичев М.Г.* Промышленные и вентиляционные трубы: Справочное издание / Под редакцией Ф.П. Дужих. М.: Теплотехник, 2004.
10. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий: Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. –М.: Минрегион России, 2012.

Хайруллин С.А., магистрант, e-mail: haiser_91@mail.ru;
Хайруллина А.А., студент

ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова», ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ПНИПУ)

Анализ систем подогрева газа в детандер-генераторных агрегатах

Аннотация: Рассмотрены варианты подогрева газа и вторичных энергоресурсов на газораспределительной станции. Рассчитан экономический эффект использования детандер-генераторных установок.

Ключевые слова: детандер-генератор, вторичные энергоресурсы, газораспределительная станция, подогрев газа.

Сейчас в мире наблюдается тенденция уменьшения цены на нефть, соответственно и на природный газ. Для увеличения экономической эффективности добычи, транспортировки и продажи газа необходимо утилизировать избыточную потенциальную энергию газа при его редуцировании [1].

В данной работе рассматриваются различные варианты использования вторичных энергетических ресурсов с помощью детандер-генераторных агрегатов, основанные на технологических решениях и результатах промышленной эксплуатации детандер-генераторных агрегатов, предназначенных для выработки электричества на газораспределительных станциях (ГРС).

Во время редуцирования газа в турбодетандерах его температура снижается. Для удовлетворения температурных норм нормативно-технических документов, и для предотвращения образования кристаллогидратов газ необходимо подогревать [2, 3]. В приведенных ниже расчетах принимается коэффициент Джоуля-Томсона газа Ямбургского месторождения [4].

Наибольшее применение на ГРС получили подогреватели газа непосредственного нагрева. В данной работе рассматриваются несколько вариантов подогрева газа. Для облегчения выбора оптимального варианта подогрева газа в расчетах приняты следующие допущения: процесс расширения газа в детандере принят адиабатный, а сам газ считается идеальным. Характеристики газа приведены в табл. **Ошибка! Источник ссылки не найден.**. Для сравнения вариантов рассмотрим технико-экономические показатели классической схемы подогрева газа (табл. 2).

Таблица 1. **Основные газодинамические данные ГРС**

Наименование	Значение
Давление газа на входе в ГРС, МПа	5,63
Давление газа на выходе из ГРС, МПа	1,20
Расход газа через ГРС, $м^3$/ч при н.у.	465800,0
Температура газа на входе в ГРС, °С	8,0

Таблица 2. **Технико-экономические показатели использования подогревателя газа**

Наименование	Значение
Расход газа на собственные нужды, м^3/с при н.у.	0,95
Потребляемая электрическая мощность на собственные нужды, МВт	0,005
Издержки от использования газа, руб	92729749
Максимальная температура газа на выходе, °С	70

В подогревателях газа типа ПТПГ (подогреватель топливного и пускового газа) подогрев газа возможен лишь до 70 °С. Вследствие этого невозможно использовать полностью перепад давления, и вырабатываемая мощность турбодетандеров уменьшится.

В связи с этим рассмотрим вариант подогрева газа на входе в детандер-генераторные установки за счет тепла отработавших газов газотурбинного двигателя электростанции. Тепловая мощность газотурбинной электростанции «Урал-6000» равна 11,6 Гкал/ч. Детандеры устанавливаются параллельно ГРС (рис. 1).

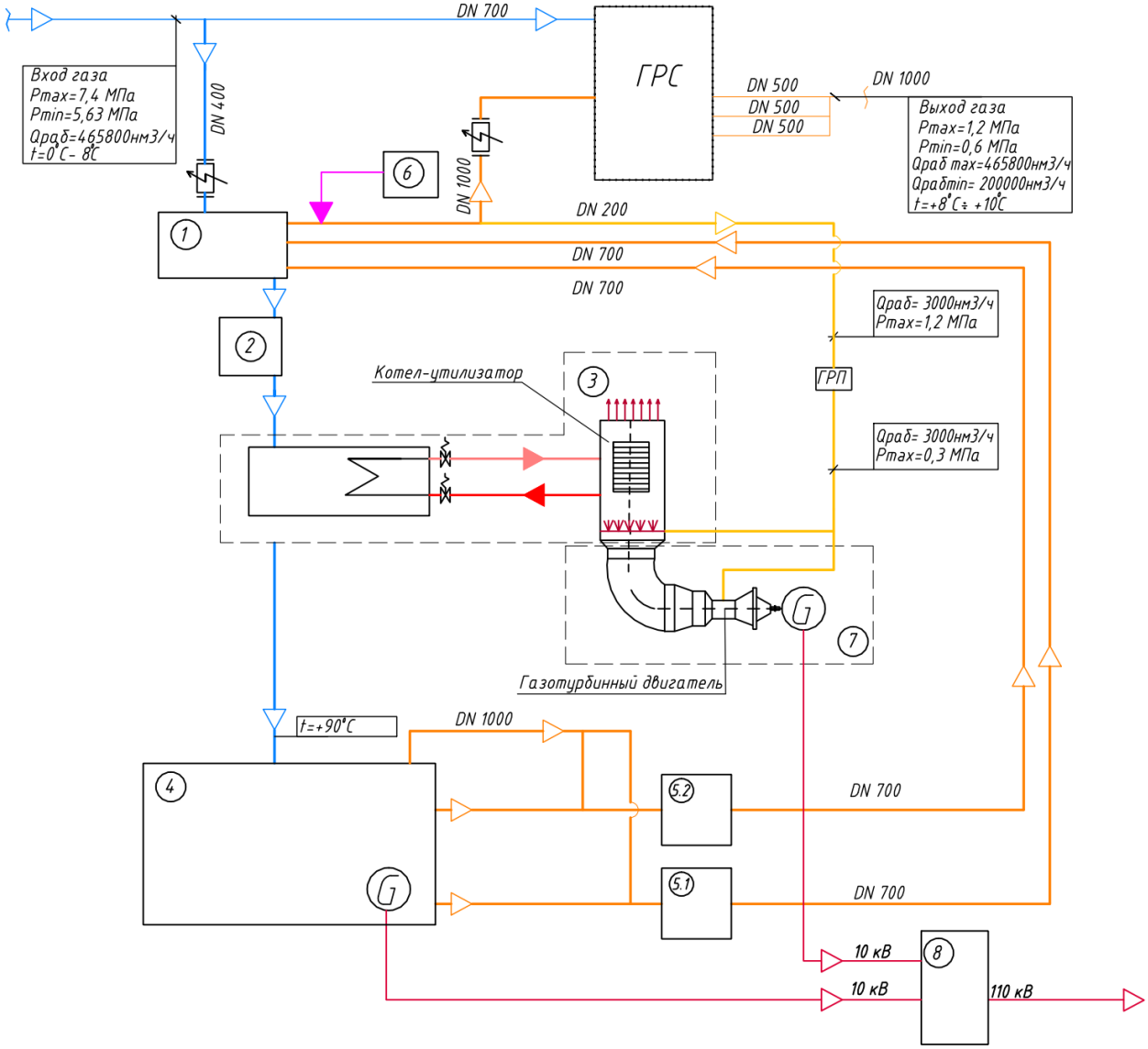


Рис. 1. Принципиальная схема нагрева газа за счет выхлопных газов газотурбинной электростанции

Площадка турбодетандерной установки, как технологическая единица, входит в комплекс производственных объектов, обеспечивающих транспорт

природного газа, и является, в первую очередь, совокупностью технологического оборудования для снижения давления и подачи газа с необходимой степенью очистки, одоризации и учета отпущенного потребителю количества газа, во вторую очередь – это совокупность оборудования, обеспечивающего выработку электроэнергии и подачи ее потребителю.

Газ от точки подключения по газопроводу диаметром 400 мм поступает в блок переключения (отключающих и предохранительных устройств) (рис. 1, поз. 1), который предназначен для изменения направления потока газа высокого давления с основной линии понижения давления на байпасную. Далее газ направляется в блок очистки газа (рис. 1, поз. 2), который предназначен для подготовки газа для стабильной работы установки. В блоке очистки происходит улавливание влаги и пыли. Блок очистки газа оснащен устройствами автоматического удаления конденсата.

После прохождения блока очистки газа , газ направляется на подогрев в узел теплообмена (рис. 1, поз. 3), где нагревается до температуры +90°С. Вторым вариантом предусмотрен подогрев газа в теплообменниках, в которых теплоноситель подается по сети от котла-утилизатора, использующего тепло уходящих газов газотурбинной установки ГТЭС «Урал-6000» (рис. 1, поз. 7). Экономические показатели использования теплоты выхлопных газов представлены в табл. **Ошибка! Источник ссылки не найден..**

Таблица 3. **Технико-экономические показатели использования теплоты выхлопных газов**

Наименование	**Значение**
Расход газа на собственные нужды, $м^3$/с при н.у.	1,12
Вырабатываемая электрическая мощность, МВт	24
Потребляемая электрическая мощность на собственные нужды, МВт	0,05
Прибыль в год от реализации электроэнергии, руб.	313840800,00
Издержки от использования газа, руб.	109451175,04
Чистая прибыль, руб.	204389624,96
Максимальная температура газа на выходе, °С	90

После подогрева до температуры +90˚С газ поступает в энергосберегающий турбодетандерный агрегат (рис. 1, поз. 4). В агрегате происходит:

– преобразование энергии сжатого газа в электрическую;

– снижение давления газа для выдачи потребителю (редуцирование).

После снижения давления газ направляется в блок учета газа (рис. 1, поз. 5.1, поз. 5.2), где происходит коммерческое измерение расхода газа.

Технологической схемой на площадке после турбодетандерного агрегата предусмотрено распределение потока газа на два трубопровода в связи с обеспечением скоростного режима в технологических трубопроводах площадки.

Для придания газу, подаваемому потребителю, запаха предусмотрен блок одоризации (рис. 1, поз. 6), куда газ попадает после блока переключения.

Отбор газа на собственные нужды предусмотрен от выходного газопровода после байпасной линии и узла одоризации. Газ на собственные нужды расходуется в качестве топливного газа в газотурбинной установке ГТЭС «Урал-6000», а также в узле теплообмена (рис. 1, поз. 3). Снижение давления и учет газа на собственные нужды предусмотрен в газорегуляторном пункте, установленном перед газотурбинной установкой.

Одорированный газ подается потребителю по распределительному газопроводу диаметром 1000 мм.

Электрический контур газотурбинной электростанции и турбодетандеров объединяются в трансформаторной подстанции и подается в общую электрическую сеть.

Третьим вариантом предусмотрен подогрев газа в теплообменниках, в которых теплоноситель подается по сети от водогрейной котельной (рис. 2, поз. 9). Газ также перед подачей в энергосберегающий турбодетандерный агрегат подогревается до +90 ˚С. Котельная используется также для удовлетворения собственных нужд в тепле.

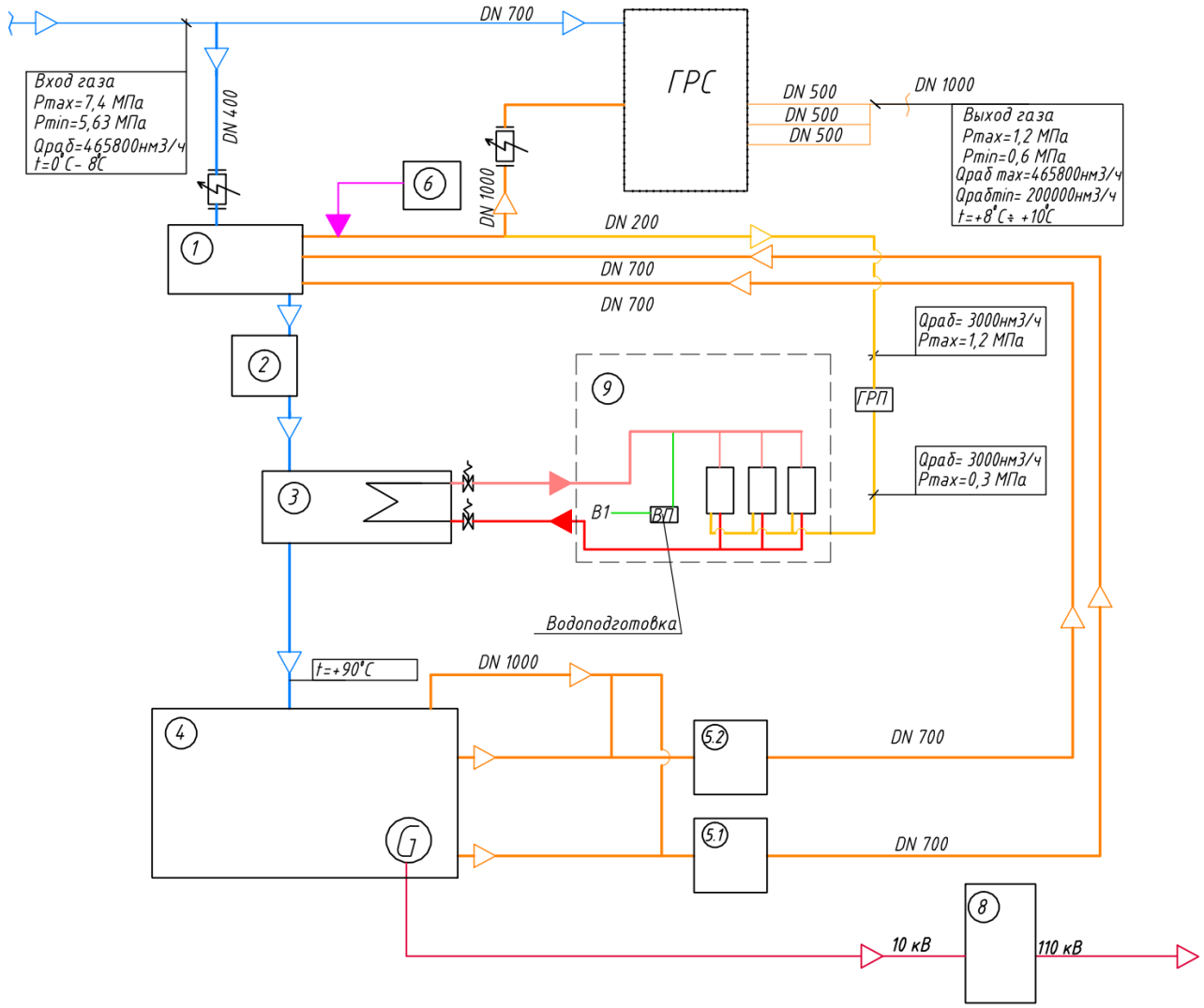


Рис. 2. Принципиальная схема нагрева газа водогрейной котельной

Технико-экономические показатели использования котельной для нагрева газа представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Технико-экономические показатели использования водогрейной котельной**

Наименование	Значение
Расход газа на собственные нужды, $м^3/с$ при н.у.	0,82
Вырабатываемая электрическая мощность, МВт	18
Потребляемая электр. мощность на собственные нужды, МВт	0,008
Прибыль в год от реализации электроэнергии, руб.	235767168,00
Издержки от использования газа, руб.	80349024,11
Чистая прибыль, руб.	155418143,89
Максимальная температура газа на выходе, °С	90

Из табл. **Ошибка! Источник ссылки не найден.** и 1 видно, что включение в узел редуцирования газа детандер-генераторных установок экономически выгодно. Но ввиду того, что стоимость газотурбинной установки на порядок больше стоимости водогрейной котельной, окупаемость третьей системы превышает окупаемость второй системы.

Таким образом, за счет утилизации потенциальной энергии газа повышается рентабельность газового хозяйства. В следующих работах, при детальном расчете оптимального варианта, будут приняты параметры реального газа в политропном процессе.

Список литературы

1. *Пушкарев А.Э., Пушкарев И.А.* Аналитический расчет роторного регенеративного теплообменника // Интеллектуальные системы в производстве. – 2016. – № 1. – С. 86–89.
2. *Мальханов О.В.* Энергосберегающие турбодетандерные комплексы для ГРС и ГРП. // Надежность и безопасность энергетики. 2008. – №1. – С. 70-73.
3. *Мальханов О.В.* Разработка технологических схем и методов расчетов энергосберегающих турбодетандерных установок.: автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. тех. наук: 05.14.04 / Москва: Московский государственный открытый университет, 2009. – 25 с.
4. *Коршак А.А., Козлова Т.В.* Сравнение методов расчета параметров газовых смесей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2011. – №8. – С. 369-375.

Хасанов А.Р., магистрант, *e-mail:*hasanov_andrei@mail.ru;
*Стародубцева В. А.,*канд. тех. наук, проф., *e-mail:*starodubceva_v_a@istu.ru

ФГБОУ ВО Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова

Анализ технологических решений по применению частотных преобразователей

Аннотация: Объем реализуемых функций у большинства преобразователей частоты достаточно большой, такие, например, как поддержание давления, перекачка жидкости и т.п. В статье собрана информация о работе преобразователей частоты и реализуемых ими функциях, полученная на основе анализа продукции большинства присутствующих на рынке фирм, таких как LG, Mitsubishi, Vacon, Danfoss и др. Были проанализированы технологические процессы с использования преобразователей частоты: для регулирования производительности насосов, вентиляторов, для автоматического поддержания температуры, управления скоростью движения конвейерами, управления механизмами подъемных кранов, управления движением пассажирских лифтов. Статья может быть полезна как производителям частотных преобразователей, так и их потребителям.

Ключевые слова: преобразователь частоты, регулирование, система охлаждения, скорость вращения, анализ.

Одна из самых распространённых задач в производстве – регулирование производительности насосов, как, например, необходимость обеспечить автоматическое поддержание давления в водопроводной сети на заданном уровне при изменении расхода. Контролируемые параметры**:** расход воды, скорость вращения двигателя, давление воды, потребляемая мощность. На рис. 1 представлено схематическое решение задачи – одно из практических воплощении решаемой задачи как подача воды в многоэтажный жилой дом (подкачивающая насосная станция).

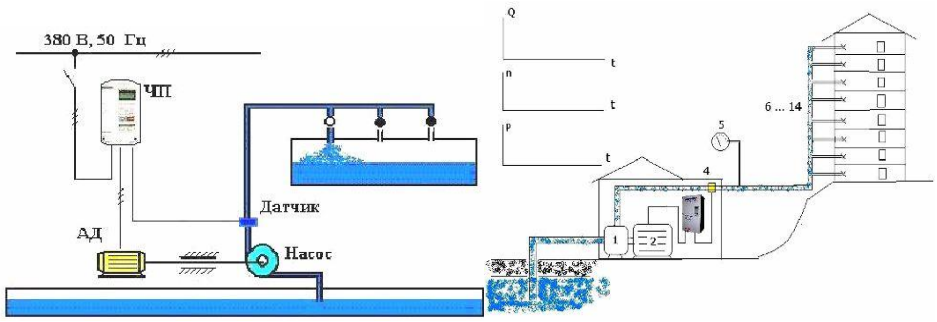


Рис. 1. Система подачи воды в многоэтажный дом

Система водоподачи состоит из насоса 1, приводимого в движение электродвигателем 2. Насос и электродвигатель размещены в здании насосной станции. Преобразователь частоты 3 управляет электродвигателем. Давление в

водопроводной сети измеряется датчиком давления 4, сигнал обратной святи с которого поступает на преобразователь частоты. Заданное значение давления устанавливается на пульте управления преобразователя частоты и визуально контролируется по манометру 5.

В течение суток расход воды значительно изменяется (краны 6 - 14 открываются и закрываются). Максимальный (пиковый) расход воды приходится на утренние и вечерние часы, в то время как ночью расход практически нулевой и днем также небольшой. Если действующее давление воды в водопроводной сети при каком-то расходе отличается от заданного, то преобразователь частоты **плавно** изменяет скорость вращения двигателя насоса так, чтобы при другом расходе (потреблении) обеспечить давление в сети. Таким образом, независимо от величины расхода воды, давление воды во всех кранах поддерживается постоянным.

Преимущества использования преобразователя частоты при поддержании заданного давления:

- снижение потребления электроэнергии,
- исключение гидроударов в сети и как следствие снижение количества аварии на трубопроводах;
- устранение ударных нагрузок на электрическую сеть при пуске электропривода.

Далее рассмотри схему эстакады налива нефтепродуктов в железнодорожные цистерны. Нефть из наземных хранилищ 1 перекачивается насосом 2 в железнодорожные цистерны (одновременно в десяток цистерн). Управление производительностью насоса осуществляет оператор с дистанционного пульта управления 5 (в качестве пульта может использоваться управляющий компьютер). Преобразователь частоты 4 обеспечивает требуемую производительность путем изменения скорости вращения электродвигателя 3 (рис. 2).

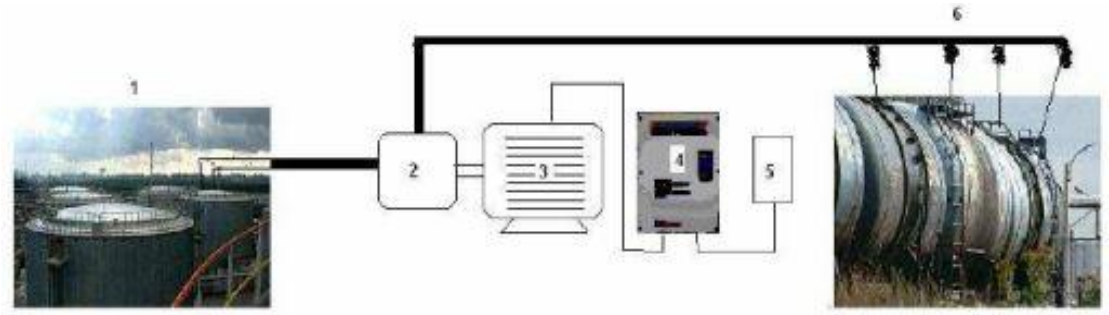


Рис. 2. Схема эстакады налива нефтепродуктов в железнодорожные цистерны

Решаемая задача: управление производительностью нефтяного насоса при заполнении цистерн (нефтяной насос исключительно для примера, схема управления - элементы 2, 3, 4, 5 одинаковы для любого насоса).

Параметры: производительность насоса, скорость вращения электродвигателя. Процесс работы следующий: оператор нажимает кнопку «пуск» и уста-

навливает заданную производительность насоса, преобразователь частоты плавно разгоняет двигатель и насос до заданной скорости. По мере наполнения цистерн оператор снижает производительность насоса, чтобы плавно заполнить цистерны и исключить расплескивание продуктов.

Преимущества использования преобразователя частоты при управлении производительностью насоса:

- исключение гидроударов в магистрали и как следствие снижение количества аварии на трубопроводах,
- продление срока службы оборудования на счет устранения ударных нагрузок на электрическую сеть и двигатель при пуске электропривода,
- улучшение экологической обстановки за счет исключения расплескивания нефтепродуктов.

Зачастую в производстве необходимо регулировать работу вентиляторов. Здесь, как правило, решается задача автоматического поддержания температуры воздуха в помещении. Примеров можно привести много: производственное помещение, табачная фабрика, инкубатор, теплица. Ниже представлена схема по отводу тепла (подразумевается, что в помещении имеется источник тепла).Параметры: температура воздуха t, расход воздуха через вентилятор, скорость вращения двигателя и. потребляемая энергия.

Система поддержания заданной температуры работает в автоматическом режиме по схеме с обратной связью. Преобразователь частоты 4 управляет скоростью вращения электродвигателя 5, изменяя тем самым производительность вентилятора 2. Температура в помещении оценивается датчиком температуры 3 (рис. 3). Заданное значение температуры устанавливается с пульта управления преобразователя частоты.

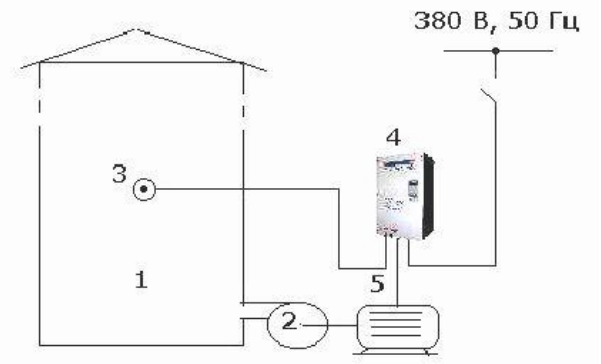


Рис.3. Система отвода тепла в жилом помещении

Если температура воздуха отличается от заданной, то преобразователь частоты выдаст сигнал управления на двигатель. Скорость вращения двигателя и производительность вентилятора изменяются так, что температура воздуха в помещении становится равна заданному значению.

При использовании преобразователя частоты обеспечивается:

- точное поддержание температуры воздуха и создание оптимального микроклимата в помещении,

- исключение механических регулирующих задвижек и упрощение эксплуатации системы в целом,
- снижение потребления электроэнергии за счет плавного регулирования скорости двигателя.

Также на многих предприятиях важно охлаждать жидкие и газообразные продукты. Например, в нефтегазовом комплексе для этого широко используются аппараты воздушного охлаждения (далее – АВО) и градирни. Такие же аппараты в последние годы стали активно использоваться и в других отраслях промышленности. Основные достоинства АВО - доступность охлаждающего агента (атмосферный воздух) и простота конструкции. Одним из главных недостатков большинства работающих АВО является сложность существующей системы автоматического управления. Это приводит к повышенным затратам на электроэнергию и ремонт оборудования, нарушению технологии, снижению срока службы аппаратов.

Использование преобразователя частоты для поддержания заданной температуры, охлаждаемого продукта путем изменения скорости вращения вентилятора, позволяет избавиться от перечисленных недостатков АВО и экономит электроэнергию. В этом случае необходимо реализовать автоматическое поддержание температуры охлаждаемых жидких и газообразных продуктов, где будут учитываться следующие параметры**:** температура продукта, расход воздуха через аппарат, скорость вращения вентилятора. В состав системы управления входят преобразователь частоты, управляющий асинхронным двигателем, пульт дистанционного управления, датчик температуры. Стандартная схема с обратной связью. Заданное на пульте управления значение температуры сравнивается с действительной температурой продукта и в случае рассогласования преобразователь частоты вырабатывает сигнал управления на двигатель (рис. 4).

Изменяется скорость вращения вентилятора, изменяется расход воздуха через аппарат, температура охлаждаемого продукта остается равна заданной. При этом преимущества от использования частотно регулируемых приводов в АВО следующие:

- повышение надежности и экономичности систем воздушного охлаждения,
- уменьшение энергозатрат,
- увеличение ресурса вентиляционного оборудования,
- снижение затрат на обслуживание и ремонт,
- плавный пуск двигателя даже при самопроизвольной раскрутке лопастей вентилятора под воздействием конвекционных потоков.

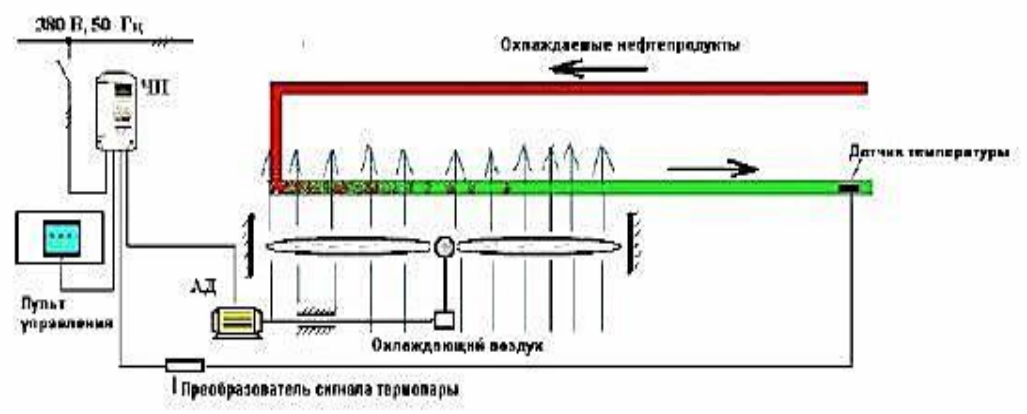


Рис. 4. Система охлаждения нефтепродуктов

К механизмам непрерывного транспорта, в которых используются преобразователи частоты, откосятся различные конвейеры и транспортеры. Они приводятся в движение асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором и используются во многих отраслях промышленности для транспортировки и перемещения горной породы и угля, сыпучих материалов, деталей машин, обрабатываемых изделий, конечной продукции и т.п. Основные элементы системы управления конвейера: пульт управления 1, преобразователь частоты 2, асинхронный двигатель 3, датчик скорости 4 (рис. 5). Главная цель применения преобразователя частоты: поддержание оптимальной скорости движения конвейера, значение которой устанавливается на пульте управления. Применение частотного преобразователя кроме того обеспечивает длительный непрерывный режим работы, движение транспортной ленты или другого тягового органа без пробуксовки и рывков при пуске конвейера, а также плавный разгон и останов транспортной ленты.

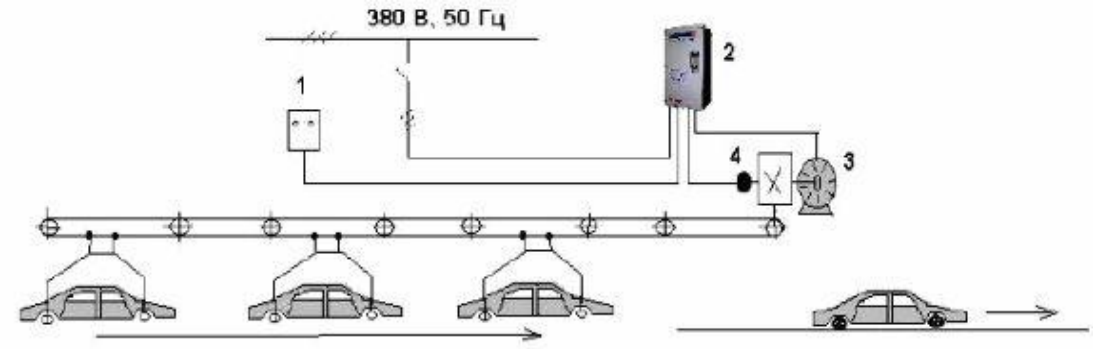


Рис. 5. Система управления конвейером

Как следствие, уменьшается время простоя оборудования, повышается производительность конвейеров и технологических линии, снижаются трудозатраты, упрощается эксплуатация.

Довольно часто преобразователи частоты используются для регулирования скорости вращения шнекового питателя, работающего в системе точного дозирования продукта с весами непрерывного действия (взвешивания). При

этом контролируются скорость вращения шнека (об/мин), заданная скорость вращения шнека (об/мин). Система точного дозирования включает: весы непрерывного взвешивания 7. шнековый питатель 5, транспортер подачи исходного взвешиваемого продукта, транспортер для перемещения фасованного продукта 9.Шнек питателя приводится в движение от электродвигателя 3. Скорость вращения электродвигателя регулируется преобразователем частоты. Заданная скорость шнека устанавливается с компьютера 1. Причем величина заданной скорости меняется компьютером по мере наполнения чаши весов 6 (рис. 6).Применение преобразователей частоты для регулирования скорости шнека питателя обеспечивает высокую точность взвешивания продукта, повышения производительности технологической линии и упрощение технической эксплуатации и снижение затрат.

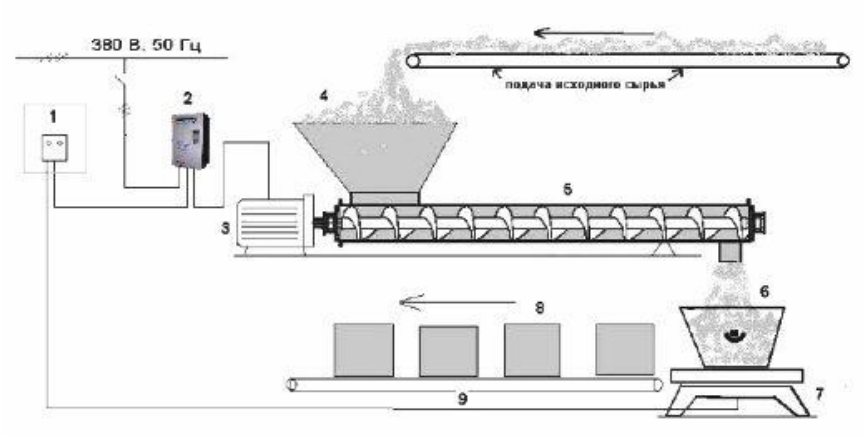


Рис. 6. Система шнекового питателя

Также одно из самых распространённых направлений применения частотных преобразователей – краны и грузоподъёмные механизмы. Электрические краны различных конструкции используются почти во всех отраслях промышленности. Наибольшее распространение в машиностроение получили мостовые краны. Система управления включает в свои состав:

- ЧРП механизма главного подъема - преобразователь частоты 3, электродвигатель 2.
- ЧРП механизма передвижения крана - преобразователи частоты 6, электродвигатели 7.
- ЧРП механизма передвижения грузовой тележки - преобразователь частоты 8, электродвигатель 9.

Все электроприводы выполнены по схожим схемам: преобразователь частоты, электродвигатель, исполнительный орган. Управление электроприводами подъема и передвижения осуществляется из кабины оператора 4. Работа (рис. 7): Двигатели 7 перемешают весь кран по направлению двойных стрелок. Двигатель 9 перемещает грузовую тележку влево вправо. Двигатель 2 вращает барабан 1 и поднимает груз 5 вверх вниз. Главная цель применения преобразователя частоты: ограничение моментов и ускорений при пусках и торможениях электропривода, безударный плавный подъем и опускание груза.

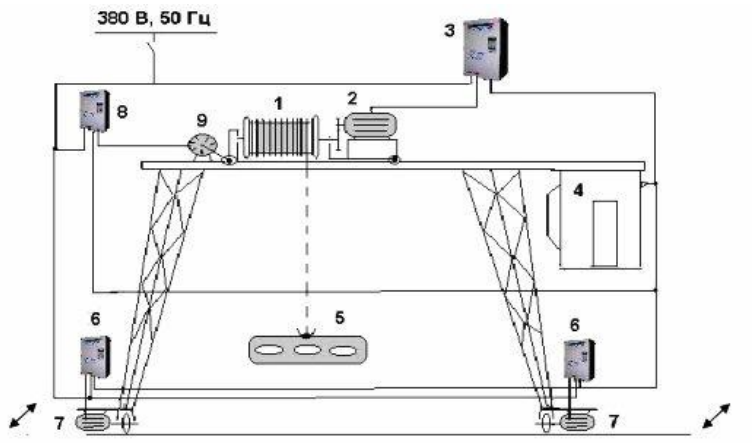


Рис. 7. Система управления мостовым краном

Применение преобразователей частоты кроме того обеспечивает:

- работу крана в широком диапазоне изменения скоростей подъема и опускания грузов различной массы с использованием обратной связи по скорости,
- исключение перекосов и раскачивания груза при движении крана,
- точную установку груза при его спуске.

Система управления крановыми электроприводами на основе преобразователей частоты в целом позволяет увеличить производительность крана, повысить безопасность работы, увеличить срок службы оборудования и межремонтные сроки облегчить работу оператора.

Преобразователям частоты нашлось место для применения в системах управления лифтами. Следует лишь отметить, что в традиционном электроприводе лифта используются в основном двухскоростные электродвигатели. Они имеют «быструю» и «медленную» скорость. На «медленной» скорости лифт трогается, разгоняется, затормаживает, останавливается. На «быстрой» скорости лифт перемещается на основном участке пути между этажами. Но даже на «медленной» скорости невозможно обеспечить плавное трогание и плавный останов кабины.

Схема системы управления лифтом с преобразователем частоты включает: лифтовую станцию 1, в которой размещены преобразователь частоты, устройства коммутации и защиты, система автоматики электродвигатель 2, с датчиком скорости 3 и электромеханическим тормозом 4 лебедку 5 концевые выключатели на каждом этаже 8 (минимум два выключателя на этаж, один срабатывает при подходе лифта к этажу, другой - при точном расположении кабины на этаже) пульт управления (выбора этажа) 7 в кабине лифта 6.Система управления работает по схеме с обратной связью по скорости (рис. 8).

Анализ ситуации выполняет электронная система (в лифтовой станции управления К которая выдает команды на преобразователь частоты. При подходе лифта к требуемому этажу срабатывает концевой выключатель 8, и скорость кабины снижается, при точном расположении кабины на этаже срабатывает второй концевой выключатель - кабина останавливается и подастся пита-

ние на электромеханический тормоз. Решаемая задача: плавное трогание и останов кабины лифта, поддержание заданной скорости движения кабины в процессе движения. Параметры: скорость движения кабины м/мин, заданная скорость движения м мин. При трогании лифта с ускорением на людей находящихся в лифте действуют «сжимающие или растягивающие силы». При применении преобразователя частоты параметры ускорения настраиваются таким образом, что человек не чувствует перегрузок. Скорость изменяется по закону «S - кривой» преобразователя частоты.

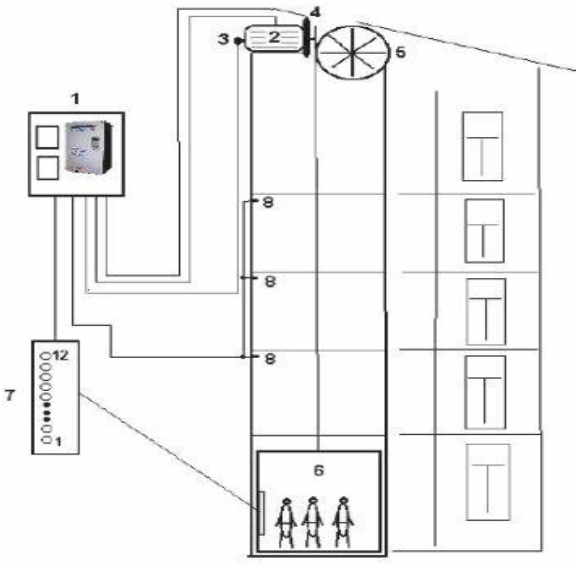


Рис. 8. Система управления лифтом

Применение преобразователя частоты для управления движением лифта обеспечивает:

- комфортность для пассажиров за счет плавности хода от момента трогания до полного останова кабины,
- продление ресурса оборудования за счет исключения резких динамических нагрузок,
- повышенную точность останова кабины,
- повышение надежности и снижение вероятности возникновения аварийных ситуаций.

Список литературы

1. *Изюмов М.* Преобразование частоты - Массовая радиобиблиотека, выпуск 585.
2. *Кашменских В.В.* Исследование влияния частотного преобразователя на магнитные характеристики асинхронного двигателя.
3. Справочник по радиоэлектронным устройствам. Т. 1 / Под ред. Д. П. Линде — М.: Энергия, 1978.
4. Полупроводниковые приёмно-передающие устройства. Справочник радиолюбителя / Р. М. Терещук и др. — Киев: Наукова думка, 1981.
5. ВРД 39-1.10-052-2001 Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого электропривода мощностью до 500 кВТ.

Zaytcev I.I., Master Student, e-mail: ii.zaytcev@gmail.com;
Syakterev V.N., PhD in Engineering Sciences, associate professor

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The evaluation of the effectiveness of multipulse rectifiers composed of frequency converters to reduce coefficient of harmonic distortion of input current

Annotation: The article presents the evaluation of the effectiveness of using a 12-pulse rectifier in the frequency converter to reduce the coefficient of harmonic distortion. The results of the modeling of a 12-pulse rectifier in Matlab / Simulink environment, loaded with active load capacity from 50 to 400 kW. It is noted that the coefficient value of harmonic input current distortion meets the standards of quality of electricity consumption at the specified range load power. It indicates the appropriateness of multipulse rectifier to reduce the coefficient of harmonic distortion.

Keywords: Multipulse rectifier, total harmonic distortion, distortion of input current, a frequency converter, quality of electricity consumption.

The problem of electromagnetic compatibility is relevant for all industries. One of the important indicators of electricity quality are the values of electromagnetic interference which affect shape of the curves of voltages and currents [1]. Such interference occurs due to the presence of higher harmonics, the sources of which are the consumers with non-linear current-voltage characteristic. High current harmonics have a negative effect on the electric supply system: the deterioration of running the automation devices, emergency power outages and the premature failure of equipment.

The development of a modern power electronics in the oil industry contributed to the spread of frequency converters, which are controlled by digital signal processors. Frequency converters regulate the electrical centrifugal pump speed, and also carry out a "soft launch" of the electric motor. The presence of three-phase diode rectifier as a part of the frequency converter causes the contamination of the main supply by higher current harmonics. The harmonic structure of voltages and the electric supply main currents is regulated in national and international standards [2, 3, 4] and is determined by the value of the total harmonic component coefficients (THD - total harmonic distortion) (1). For three-phase mains voltage of 380 V and the current consumption of more than 16 A, the THD coefficient value is allowed no more than 8%.

$$K_T = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} I_{(n)}^2}}{I_{(1)}} \cdot 100\% \qquad (1)$$

The common way to reduce harmonic distortion AC current is to use multipulse rectifiers (*Fig. 1*). The most common rectifiers among them are 12-pulse ones, as they provide a 30-degree phase shift of the secondary windings of the transformer connected through "star" and "triangle" configurations. In this case, it's fifth and seventh harmonics missing in the harmonic current spectrum that cause a strong distortion in sinusoidal form of current [5].

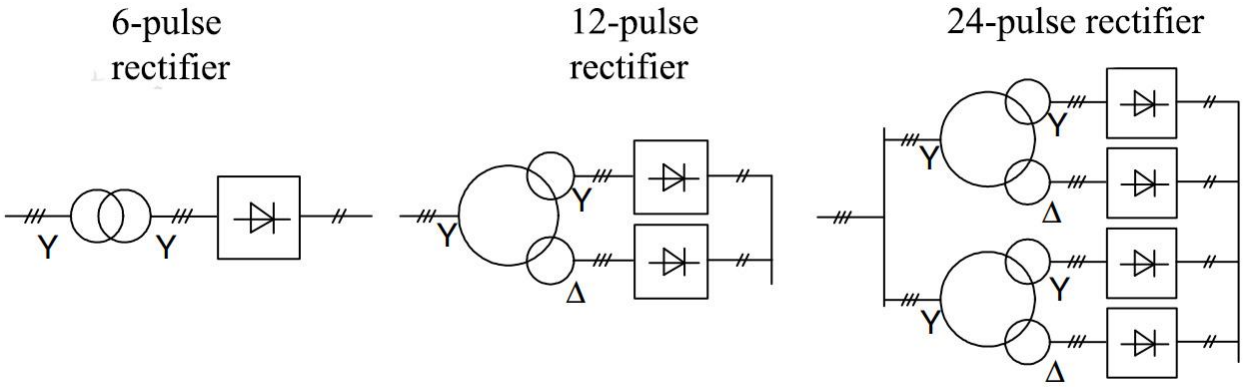


Fig. 1. Types of multipulse rectifiers

A mathematical model of a 12-pulse rectifier is shown in *Figure 2*. The rectifier circuit is set up on the basis of three-winding three-phase transformer with the connection of the secondary windings in the "star" and "triangle" configurations, the outputs of which are connected to a diode rectifier.

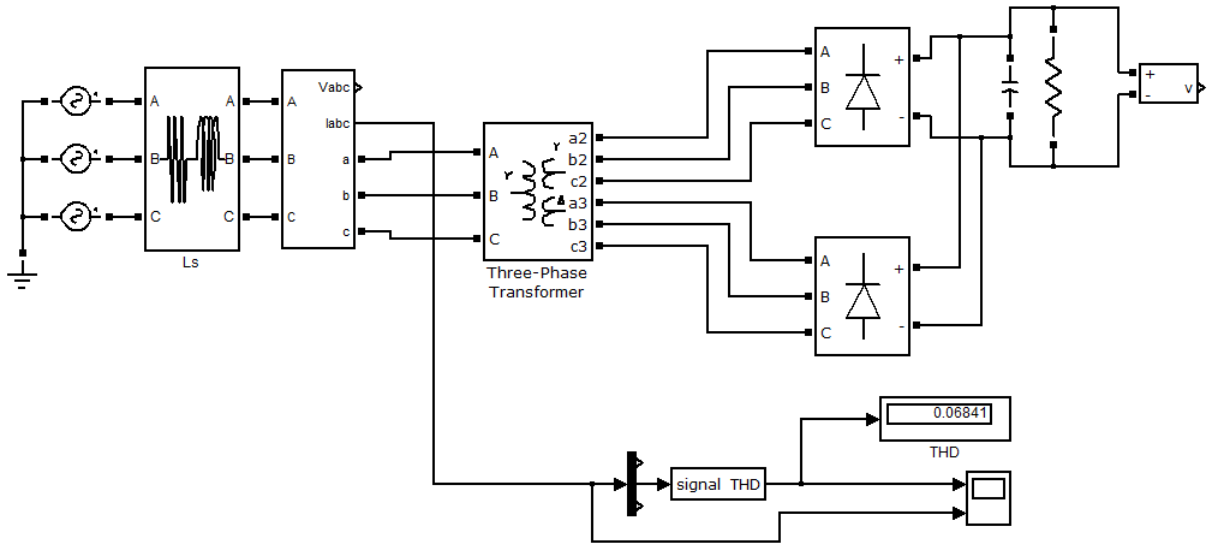


Fig. 2. A mathematical model of a 12-pulse rectifier
in Matlab / Simulink environment

As a result of 12-pulse rectifier modeling in Matlab environment, the following dependence of the harmonic distortion to the output load is obtained (*Figure 3*):

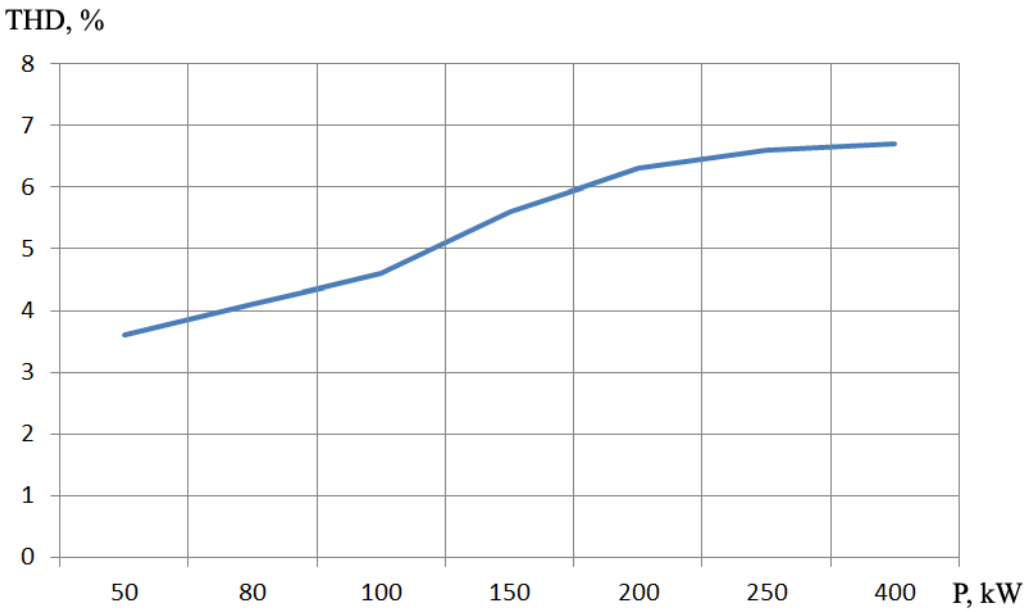


Fig. 3. The dependence of THD coefficient on load capacity

The harmonic distortion coefficient of input current 12-pulse rectifier is 3.6% - 6.7% depending on the power load. The shape of the current is close to sinusoidal. Three-phase input current oscillogram is shown in *Figure 4*.

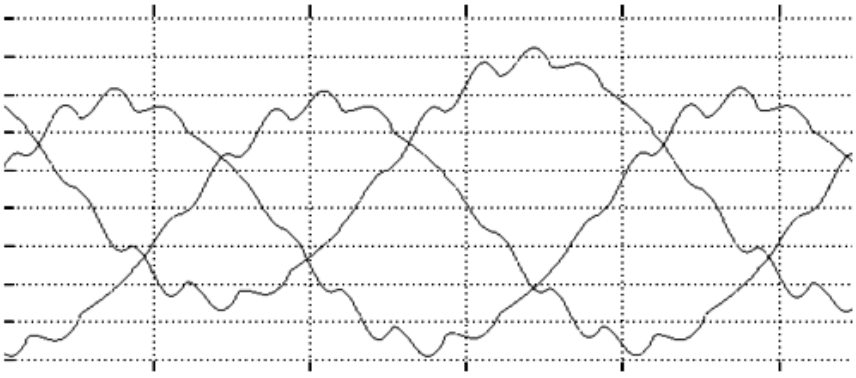


Fig. 4. Oscillogram input current form
12-pulse rectifier

The results of modeling the 12-pulse rectifier showed that the composition of the higher harmonics of mains current is greatly reduced, the harmonic distortion coefficient does not exceed the maximum allowable value (8%) within a sufficiently large load power range: 50 to 400 kW. The modeling in Matlab / Simulink showed the feasibility of using multipulse rectifiers composed of frequency converters to reduce total harmonic distortion. However, because of the significant drawbacks (additional active power losses in the diode, the need for high-power transformer equipment etc.) multipulse rectifiers are not widespread in power electronics branch of oil industry.

References

1. *Жеженленко И. В., Саенко Ю. Л.* Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях // Москва : Изд-во Энергоатомиздат, 2015. – 252 с.
2. *ГОСТ №32144-2013*. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.
3. *IEEE Std 519-1992*. IEEE Recommended Practices and Requirements for Harmonic Control in Electric Power Systems // Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. 1993.
4. *МЭК 61000-3-4-1998*. Совместимость технических средств электромагнитная. Ограничение эмиссии гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током более 16 А, подключаемыми к низковольтным системам электроснабжения. Нормы и методы испытаний.
5. *Евдокимов, С.А*. Синтез схем многопульсных выпрямителей с естественной коммутацией. / С.А. Евдокимов // Материалы VIII Международной конференции «Актуальные проблемы электронного приборостроения»: в 7 т. Т. 6. Новосибирск: НГТУ, 2006. - С 56 - 63.

Section 13. Advanced technologies in business environment and manufacturing

Contents

Burlakov N.A., Tarasov V.G. Timeline-based data indexing in distributed systems 969
Efimov D.V., Bushmeleva G.V. Assessment of the automation of financial management 974
Gareev K.R. Systematization and Classification of Factors of Small Business Development 979
Ibrahim N.I., Oumran B.A. Coupled and Underactuated Dynamic Model of Microcopter Using LabVIEW 981
Ibrahim N.I. Attitude and Altitude Stabilization of Microcopter using PID Controllers with Disturbances in LabVIEW 989
Kapralova A.P. Information technologies in economics. CRM systems 996
Kochneva D.V., Nikitin K.A., Kulikov V.A., Arkhipova E.I. Method and measuring equipment of heat flow density in soil 1000
Konovalov M.S., Shenogin V.P. Modeling the optimal configuration of small diameter piercing plug 1003
Maksimova V.V. To the question of the development of a software module for calculating the seasonality index and prediction of salesability 1008
Moskvin N.V., Strizhak V.A. The sensitivity of the acoustic searching method for through holes 1011
Pisarev S.A., Farkhetdinova Y.S., Farkhetdinov R.R. Applying "Small arms" department ballistic complex as a component of project-based learning 1015
Shuravin A.P. Review of the Image Edge Detection Methods in Computer Vision Problems 1020
Trifonov A.O., Tarasov V.G. Software design issues and declarative approach 1025
Troianov K. The Major Factors Influencing on the Acoustical Properties of the Guitar 1028
Vasilev K.A., Gorokhov M.M. The current state of resource planning and enterprise management information systems 1032
Vytovtov P.K., Markov E.M. Neural Network Development for Classifying Algorithms by Time Complexity 1036
Yavorskaya V.A. Development and researching of semantic patent search algorithms 1038

Section 13. Advanced technologies in business environment and manufacturing

Burlakov N.A., Master of Engineering and Technology,
Ph.D. candidate of Engineering and Technology,
e-mail: burlakov.nick@gmail.com;
Tarasov V.G., Ph.D. candidate of Engineering and Technology, Professor, e-mail: taras_vg@mail.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Timeline-based data indexing in distributed systems

Annotation. Indexer is a program system responsible for creating and actualizing a search index. A problem of indexer development is considered. Indexing approaches classification is given. New simple scheme for effective, fault-tolerant and scalable data indexing is described. Attention is drawn for practical comparison of different indexing approaches.

Keywords: client-server architecture, search index, distributed systems, fault-tolerance.

Information search is a problem arising in many modern informational systems. Special search indexes are created for effective information search. Indexing is a process of creating such search index data structure. Indexing process collects, parses and stores data to facilitate fast and accurate information retrieval [1].

In many databases information search problem is solved by creating secondary indexes [2] on significant fields. However, very few databases that are capable of creating secondary indexes can scale up to hundreds and thousands computers (e.g. Microsoft SQL, My SQL [3]). In practice, many modern applications require scalability in theirs design to store and handle terabytes of user data. On the one hand, a lot of scalable and reliable databases are implemented for distributed systems and are capable of storing large amounts of data (e.g. MongoDB, Cassandra, HDFS [3]). But usually these databases don't provide rich functionality for fast information search and data aggregation. On the other hand, there are many search systems (ElasticSearch, Solr, Sphinx, Druid) that can effectively handle information search problems, but they are not suitable as primary reliable data storage [4].

Recently principle of command-query responsibility segregation or SQRS [1] became widespread in distributed informational systems. One of practical application of this principle is a separation of primary data storage from the search index. Such separation allows using different tools for different problems, e.g. using reliable databases (such as Cassandra) as primary storage and highly effective search system (such as ElasticSearch) as search index. More flexible and effective systems can be built with this principle.

Database layer architecture of modern systems according to CQRS principle is presented on the Fig. 1. Arrows indicate data flow in system.

In this architecture data comes in from users or other sources from informational system and then is stored in primary data storage (1). After this, data is indexed by search index engine (2). Finally informational system can do search request to index. It's important to note, that any change in primary storage sooner or later have to be indexed by search engine.

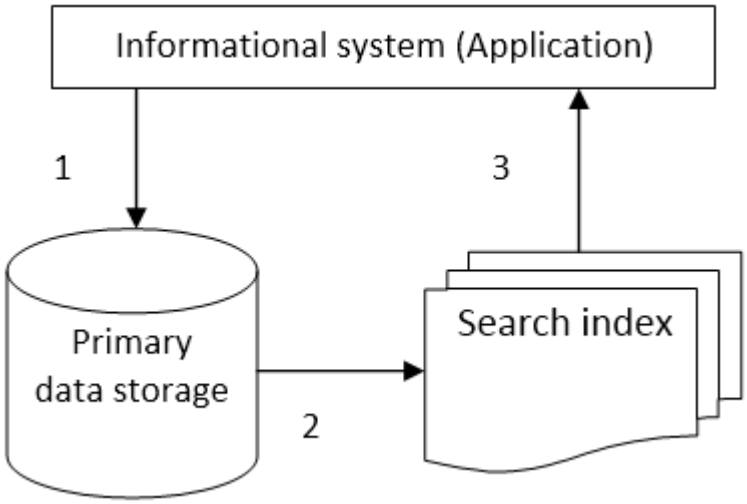


Fig. 1. Primary storage and search index separation in informational system according to CQRS principle

Search index building problem was thoroughly researched [5]. However, no one still give much attention to problem of continuous indexing based on primary data storage. This problem is especially relevant for informational system built on CQRS principle. This systems store redundant data to increase search efficiency and so they have extremely high consistency requirements to continuous indexing. In this paper we describe various approaches to continuous indexing based on primary data storage and propose a new one.

So how can data from primary storage come in search index? There are two main approaches to data indexing:

1. Synchronous approach. Client saves data in storage. Data is written in primary storage and then immediately in search index. After second write operation data is considered committed and client get response from the system. This is a most simple and reliable approach. However, it's not very fast, because client has to wait while two write operations are completed.

2. Asynchronous approach. Data is written in primary storage after client request. Client receives response immediately after first write operation. Then data comes in search index eventually. This is usually achieved by database triggers or by ad-hoc code in application level. Of course this approach is not reliable as index write can fail because of network partition or hardware failure. Then this write will be lost. On the other hand, in some systems failures occur rarely and this approach is much faster than first, because client has to wait only one write operation.

Alternatively we propose a new indexing approach based on timeline series metaphor. Timeline is a data structure that represents data as ordered event list. Timeline can perform two kinds of operations:

1. Append data to the end of list with command *append (record)*. With *append* each record is assigned unique and monotonically increased coordinate *timestamp*. Any record can be uniquely indentified by this timestamp.

2. Read data with command *enumerate (timestamp, count).* This command allows reading no more than *count* consequent records with coordinate greater than *timestamp.*

One can find this data structure in social networks and newsfeeds where many events from different sources displayed in one place ordered by appearing time.

This data structure is presented schematically in fig. 2. Elements of data structure are ordered by *timestamp*. New records are only allowed to be appended in the end of list (and so appearing time *timestamp* is increasing). No one can delete or modify written data. Reads are allowed from any position. Practically, this data structure is similar to append-only files in any operating systems [6].

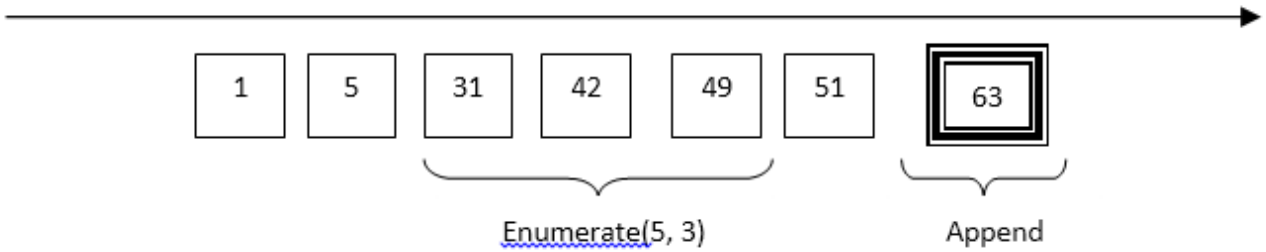


Fig. 2. Timeline data structure example

On the fig. 2 you can see all data structure elements ordered by *timestamp* (numeric value in the square). New record is appended with *Append* in the end of the list and is assigned new *Timestamp = 63*. Three elements are read with *Enumerate* starting with *timestamp = 5* (exclusive).

How can one implement timeline data structure using existent databases? In many databases it can be done with secondary indexes on object creating time (e.g. binary timestamp in Microsoft SQL). In HDFS database this data structure is a primary index because inner primary data structure provides an interface of append-only file.

Generally speaking, one can store arbitrary data in timeline data structure. It can be actual object states in the system or some operation or event that changed object state. Data format is not limited however let's assume that every record in the timeline has identificator of a changed object in the system called *ObjectId.*

Timelines are suitable for continuous data indexing. Data indexer can be represented as a background process that regularly read latest object changes from timeline and write these changes to index. Let's write data indexer algorithm in pseudo code:

```
void Indexing(int count) {
      LastTimestamp = ReadLastTimestamp();
      While (true) {
            Changes = Enumerate(LastTimestamp, count);
            If (Changes.Count == 0)
                  Break;
            ChangesByObjects = Changes group by ObjectId;
            Foreach (ObjectChanges in ChangesByObjects)
            {
                  Status = Index(ObjectChanges);
                  If (Status == Error)
                        Return;
            }
            LastTimestamp = GetMaxTimestamp(Changes);
            WriteLastTimestamp(LastTimestamp);
      }
}
```

Presented function indexes new object changes from timeline. *ReadLastTimestamp* and *WriteLastTimestamp* functions are used to store indexer progress in stable storage. These functions read and write last handled by indexer process *timestamp* value. Process sequentially read changes in batch by *count* records in a row (this restrictions is needed to limit hardware resources used by the process).

Function *Index* is used for writing an actual state of some object in the system. Changes are grouped by *ObjectId* before indexing so semantically *Index* write all recent changes relevant to single object in the system. This is for two reasons. Firstly, such grouping helps to decrease number of indexing request in a case of many simultaneously changes per single object. Secondly, when *Index* is executed asynchronously grouping allows to avoid concurrent modifications of a same object in the index. Conflicts arise in case of concurrent modifications and complex synchronization algorithms are required to resolve such conflicts, so we escape them with this little trick.

After completing *Index* command process calculates maximum handled timestamp called *LastTimestamp* and store it. If software or hardware failure is occurred then process is stopped and resume over some time. Fault-tolerance is reached via storing *timestamp* progress. Even in case of failure there is no need to reindex all timeline data so process continues from where it stopped. Eventually all data will be indexed.

We compare new timeline-based indexing approach with already known synchronous and asynchronous approaches. Comparison is made by a few parameters:

1. Presence of latency between moment when client receives response from system about saving new data and moment when new data is available for search.

2. Write speed. Client writes in primary storage are not slow down by indexing process.

3. Fault-tolerance ensures that written in primary storage data eventually will be written in index.

4. Ability to index concurrent changes asynchronously without additional synchronization.

5. Horizontal scalability is ability to increase indexer capacity (indexing objects in moment of time) just by increasing number of computers in a cluster.

Comparison results are shown in the table.

Table. **Indexing approaches comparison**

Property	Synchronous approach	Asynchronous approach	Timeline-based approach
Indexing latency	No	Yes	Yes
Write speed (no slow down by indexing)	No	Yes	Yes
Fault-tolerance	Yes (with caveat)	No	Yes
Support concurrent changes without additional synchronization	No	No	Yes
Horizontal scalability	Yes	Yes	Yes

There is no latency in the synchronous indexing. Other approaches allow data to be indexed eventually in future after success write in primary storage. Most of the time, users don't care if they can't search new data immediately and can wait few seconds. Latency is a crucial property and should be taken in account. On the other side, last two approaches make writes faster for user and exclude waiting data to be indexed.

No one can say that asynchronous approach is fault-tolerant. After writing data to the primary storage indexing operation may fail by various reasons. Then we lost such changes and have consistency problems (some data exists in primary storage but doesn't exist in the index). Synchronous approach is fault-tolerant with one caveat – in case of failure while indexing data client will know that something is wrong. To maintain consistency client should try to reindex data or use other mechanism to ensure that data is written in index. Unlike other, timeline-based indexing is fault-tolerant and has embedded mechanism to ensure consistency. Regardless failures indexing process retries write and eventually new data will be indexed. If failure occurred then process is stopped by the time problem will be fixed and then it will index data as normal. Of course in case of systematic failures process may hangs so additional monitoring is required.

As we mentioned earlier, only timeline-based indexing approach ensures that concurrent changes don't result in conflicts. In first two approaches additional costly synchronization is required to resolve conflicts (e.g. distributed lock, versioning).

Horizontal scalability is easily achieved by first two approaches – more computers you have more data you can index because all data is indexed concurrently (however, additional synchronization can become bottleneck [7]). Timeline-based indexing can be scaled horizontally easily without additional synchronization and just with simple hashing [8]. One can start a few indexing process each of which indexing data from its own timeline. When new change is written in primary storage new

change is routed to its timeline using *ObjectId* hash and then is indexed by corresponding timeline.

In this paper new indexing approach based on timeline data structure was proposed. As we see new approach has advantage over well-known synchronous and asynchronous approaches in fault-tolerance, ensuring consistency and avoiding additional synchronization in case of concurrent changes indexing. Timeline-based indexing is generally applicable. It doesn't depend on primary storage or search index technology and theirs specifics and communicates with storage and index via simple communication algorithm based on timeline data structure. New approach also supports horizontal scalability and is recommended to use in production systems.

References

1. Wikipedia – free encyclopedia. URL: www.wikipedia.org (visit date: 01.02.2016)
2. *Garcia-Molina H., Ullman J. D., Widom J.* Database system implementation. – Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2000. – T. 654.
3. *Leavitt N.* Will NoSQL databases live up to their promise? //Computer. – 2010. – T. 43. – № 2. – p. 12-14.
4. *Kingsbury K.* Jepsen: Elasticsearch. URL: https://aphyr.com/posts/317-jepsen-elasticsearch (visit date: 01.02.2016)
5. *Manning C. D. et al.* Introduction to information retrieval. – Cambridge: Cambridge university press, 2008. – T. 1. – №. 1. – p. 496.
6. *Tanenbaum A. S., Woodhull A. S.* Operating systems: design and implementation. – Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1987. – T. 2.
7. *Olshevsky A., Tsitsiklis J. N.* Convergence speed in distributed consensus and averaging //SIAM Journal on Control and Optimization. – 2009. – T. 48. – №. 1. – p. 33-55.
8. *Maurer W. D., Lewis T. G.* Hash table methods //ACM Computing Surveys (CSUR). – 1975. – T. 7. – №. 1. – p. 5-19.

Dmitriy V. Efimov, 2nd year student;
Galina V. Bushmeleva, PhD, Assoc. Prof.

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Assessment of the automation of financial management

Abstract: The present paper gives the analysis of the software products on the market, examines the characteristics of these software products, gives assessment of each characteristic and represents their comparative analysis.

Keywords: Financial management, characteristic of software, assessment of the automation.

In our country the development of a market economy influenced the growth of competitiveness both at macro and micro-level. Enterprises operate and develop in the competitive dynamic environment. Entities that effectively operate provide con-

sumers with competitive goods, regardless of internal and external factors, and also able to maintain a competitive advantage, effectively using competitive potential of economic resources, possess by competitiveness [1].

Each resource represents a set of assets, capabilities – a specific potential to manage certain activities within the enterprise [2]. Depending of the criterion classification, the problems of the enterprise can be divided on some types:

- Proprietary;
- Financial;
- Organizational;
- Technical;
- Technological;
- Informational;
- Social;
- Marketing;
- Innovative;
- Investment;
- Personnel;
- The influence of the external environment;
- Logistic;
- Alignment of interests;

All of these problems can be combined into one large managerial problem, associated with ineffective management, common to many enterprises [3]. So, to solve this problem it is necessary to apply modern tools. If we considered the Toolkit as a set of approaches, that are necessary for the justification and acceptance of administrative decisions the decision maker, [4] in practice, a widely used comprehensive approach, that takes into account external and internal factors of an enterprise environment. But for this process it is better to use automation, because the complexity of decision making is high. A product of management software is the result of automation. But there arise the problem of assessing the feasibility of implementing such a management toolkit, [5] that is need to be solve by examining the characteristics of existing product of management software. Characteristics associated with automation tasks are important for every software product. If we consider the finance automation, we need defining the basic concepts first.

Financial management, it is the special science that engage management of finance in the modern enterprise.

Financial management is the process of managing capital, money circulation of the enterprise, the formation and uses its financial resources and fund sources. This management carried out by system of principles, forms, methods, ways and techniques. A financial relationship and financial resources are the management object. Goals setting - in the base of management [6].

If we consider financial management as a decision-making process. Any situation at the enterprise associated with the formation and movement of funds, profit distribution, determination of needs in borrowed funds and finding appropriate sources of these funds, formation securities portfolio, assessment of investment projects, etc., requires the adoption of the relevant decision. The solution involves either the definition of the objectives and build the program of action, or change goals and appropriate adjustment of the program. But the enterprise as a holistic system have the external environment: the market (financial market, labor market, etc.), it should adapt to the market state based on feedback. Accordingly, a management decision will be the result of interaction with the external environment. The management decision is made on the basis of information, including financial, that received and pro-

cessed in the process of preparing decisions. The technologies of financial management include the analysis of information and management decision-making based on it. It is necessary to highlight the characteristics for solution the validity of the investment project and the automation of financial management:

1. Internal and external analysis of the financial condition of enterprises and organizations.

Financial condition of the company shows how the company secured the financial resources required for various activities of the enterprise, and how they are used, and have whether the enterprise solvency and financial stability. Consider the division into internal and external analysis.

1) Internal analysis aims timely receipt of funds and placing them thus that the company could maximize profits and eliminate the risk of bankruptcy.

2) External analysis – designed to meet investors, banks, partners to invest financial resources, increasing profits and eliminating the risk of loss.

The main tasks of both internal and external analysis are:

– Assessment of the financial position and factors of its change;

– Forecasting the financial sustainability of the enterprise, both long term and short term;

– Compliance disciplines such as financial, credit and payment;

– Definition of financial stability of enterprise.

So, this characteristic is important for decision making, it shows the actual field of enterprise and providing with reduce risk of losses.

2. Assessment of business value and the value of the net assets of enterprises and organizations.

An assessment of business value is aimed at establishing market or other cost in respect of the objects of assessment, or determining the proportion of shareholders.

Assessment is needed to improve the management of finance of the company, for the implementation of commercial assessments (buy-sale, rent) and characterizes the rating of enterprises at the sector or region

3. Budgeting and forecasting.

Budgeting and forecasting focuses on the development of the budget, based on real calculations, considering all possible states of future income and expenses, as well as the timing and the way of achieving these states. At the moment the budgetary situation is carefully examined and based on it offers the optimum solution to the given tasks which will enable accept a workable solution.

4. Comparison of activities of various enterprises and organizations.

The produced comparative assessment of measures and actions of other companies, competitors, partners, etc. Then identifies successful actions in their financial policies, which eventually can be applied in the enterprise, that will increase the company's competitiveness.

5. Assessment of risks no credit check loans by borrowers of banks.

Every year the percentage of non-repayment loans by the borrowers gets higher, this leads to increase of loan prices and the debts are repaid by conscientious payers. Increasingly, banks are denying credit law to borrowers without collateral, thus

they are trying to reduce the risk of loss. The programs are aimed at identifying the personality of the borrower and assessing his/her credit worthiness.

6. Monitoring indicators of project efficiency during and following its implementation.

The control allows accounting, analysis, reporting of project progress.

Strict control during the project will help orient in time, and to correct the course of the project if it does not bring proper results. According to the project results, actions that helped the project profitably or unprofitably are identified.

Some of the control indicators listed below:

– The payback period of the project;

– Period of the return of borrowed funds;

– Net income;

– The need for additional funding;

– The breakeven point of the project;

– Indexes of profitability and profitableness.

7. Service opportunities and ease mastering of the program.

Buying a certain product, nobody wants to be bothered with its mastering, and then find that it does not have those features that the enterprise needs. Therefore, this item is just as important as all the previous ones. Today on the software market for the automation of financial management you can meet many of different programs, they are constantly updated, are created new ones, and, many them partially or fully do not satisfy needs of the enterprise. Buying such product, every manager wishes to improve financial activity of the enterprise. So, when you choose a program, you need to look on its basic functions, and also on its interface.

Thus, the decision about the feasibility of the software product in the field of financial management depends on analysis the above characteristics.

Let us make an analysis by existing software products under characteristics mentioned above (see table).

Table. **Characteristic of software products of manage**

	Software			
Characteristics	**Project Expert («Expert-systems»)**	**Alt-invest («Alt-invest»)**	**INEC-Analitik («INEC»)**	**ITAN: Managerial balance («ITAN»)**
Internal and external analysis of the financial condition of enterprises and organizations		+ +	+	
Assessment of business value and the value of the net assets of enterprises and organizations	+		+	+
Budgeting and forecasting	+	+	+	+
Comparison activities of various enterprises and organizations		+	+	

	Software			
Characteristics	**Project Expert («Expert-systems»)**	**Alt-invest («Alt-invest»)**	**INEC-Analitik («INEC»)**	**ITAN: Managerial balance («ITAN»)**
Assessment of risks no credit check loans by borrowers of banks	+	+	+	+
Monitoring indicators of project efficiency during and following its implementation	+	+		
Service opportunities and ease mastering of the program	+	+		+

This analysis allows to conclude that all the programs do not meet all requirements so it is advisable to count the cost of software product when making a decision.

Reference

1. Busmeleva G.V. Сущность ресурсно-факторного адаптивного управления предприятиями. В сборнике: Вопросы образования и науки: теоретический и методический аспекты сборник научных работ по материалам международной научно-практической конференции: в 11 частях. 2014. – С. 17-18.
2. Berkutoba T.V., Busmeleva G.V. Классификация факторов влияющих на конкурентоспособность малых строительных предприятий. Наука Красноярья. 2015. №1 (18). – С. 123-132.
3. Busmeleva G.V. Ресурсно-факторное адаптивное управление промышленными предприятиями в конкурентной среде. Диссертация Доктора экономических наук: 08.00.05 ГОУВПО «Удмуртский Государственный Университет». Ижевск, 2012.
4. Busmeleva G.V., Solodyankina O.V., Batov A.A. Инструментарий управления бизнес-сегментом. В сборнике: Актуальные вопросы менеджмента современной организации – 2015 сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции: электронное научное издание. 2015. – С. 80-87.
5. Bushmeleva G.V., Batov A.A., Solodyankina O.V. Assessment of introduction of Administrative tools. Journal «Science Redridge». 2014. №6 (17). P. 230-238.
6. Alehina O.E. Финансовый менеджмент: учебное пособие. Саратовский государственный социально-экономический университет. Саратов, 2010. – 200 с.

Gareev K.R., Master Student, e-mail: Woroshilov92@yandex.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Systematization and Classification of Factors of Small Business Development

Abstract: This article describes concepts "factor" and "development factor". It considers and systematizes the factors influencing the development of small business. In addition, the author offers his own classification of external factors.

Keywords: Factor, development factor, external factors, internal factors, small business.

Small business functions under certain conditions of micro and macro environment that have impact on its development tendencies. An important stage in an assessment of opportunities and problems of development is definition of a conceptual framework, and also systematization and classification of the corresponding factors causing a sustainable development of small business under modern conditions.

Let's define values of the concepts «factor» and «development factor».

The factor is a reason, a driving force, the necessary condition of any process, a phenomenon defining its character or separate lines [1]. It is also necessary to emphasize that in G.V. Bushmeleva's works factors of the enterprise are understood both as conditions of commission of economic processes and as the reasons influencing them, i.e. a source of impact on the functioning of the enterprise [2, 3]. It is necessary to agree with this opinion.

The development factor is the process and the phenomena exerting impact on development of this or that object.

Small business is an important agent of the Russian economy, indissolubly and closely related to it. The development of small business is influenced by factors of an internal and external enterprise environment.

An economic organism of the enterprise (the enterprise ability, the staff qualification, administrative experience, education and other factors influencing operation of a single enterprise) is defined as an internal environment.

Depending on nature of influence, external factors are split into groups: basic (they influence a possibility of existence): legislation, taxation, resources; supplementing (they influence the number of small enterprises and their state): special state support, infrastructure of the market, social partnership, businessmen's self-organization; internal (they influence success indicators): psychological and professional readiness for business activity [4].

We shall propose the classification of the external factors, influencing the development of small business, and also define usabilities of political tools depending on their functions.

The legitimate factor is «the frame environment»:

1) political situation;

2) legal conditions: legislation (tax, budgetary, tariff, investment).

3) administrative mechanisms: an order of registration, licensing, certification, reorganization, standardization, and also the monitoring system and forms of small business organization in the region.

The most important arising problems: instability of the legislation; tax press; regional restrictions; racket; inefficient customs, tariff and credit policy; bureaucracy; bribery.

Main instruments of influence: laws and regulations.

Main mechanisms of solving problems: developing and promoting legislative and normative legal acts.

The regulating function of factors.

The legitimate factor is the providing environment:

1) economic environment: access to resources and macroeconomic indicators.

2) business environment: institutes for conducting business activity (the markets on rendering services) and institutes to establish business relationship; public atmosphere; physical environment.

The most important arising problems: scarcity of financial resources, services in providing with resources, lack of business culture with businessmen and population, and also backwardness of small business infrastructure.

Main instruments of influence: direct measures.

Main mechanisms of solving problems: establishing institutes to support business.

The providing function of factors.

The present classification of external environment factors shows that, in management of small business development, it is difficult to exert impact on resource access because of their scarcity, influence on macroeconomic conditions is also hardly possible, but improvement of the regulatory and business environment is quite real.

The factors influencing the development of small business can be divided into objective (depending a little on the businessman's will and his desire) and subjective. Population density, a territorial arrangement, potential and branch structure of the region belong to objective factors. The businessman, estimating and predicting the directions of factors development, can get adapted to their changes.

It is possible to refer criminogenic risk, administrative barriers for the businessman, a competitive environment and others to subjective factors. These factors can be changed and influenced by the businessman [5].

It is worthwhile drawing a conclusion on variety of the factors, influencing small business development and their classification. The factors of external environment are both uncontrollable and verifiable by the businessman to some extent. Both of the factors make the enterprise environment of small business.

All the factor system exerting impact on the development of small business can be divided into regulation areas with the most significant factors in each of them. It is possible to allocate areas of state regulation, market mechanism, resource providing and risk.

Based on the analysis of the whole set of the factors influencing the development of small business, it is possible to point out the prevalence of external environment factors with the state and its institutes as the primary agents to form.

References

1. *Бельчиков Ю.А., Панюшева М.С.* Словарь паронимов современного русского языка. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ООО «Издательство Астрель», 2014. – 405 с.
2. *Беркутова Т.В., Бушмелева Г.В.* Классификация факторов, влияющих на конкурентоспособность малых строительных предприятий. Наука Красноярья. 2015. № 1 (18). – С. 123-132.
3. *Бушмелева Г.В.* Ресурсно-факторное адаптивное управление промышленными предприятиями в конкурентной среде. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора экономических наук / Удмуртский государственный университет. Ижевск, 2012.
4. *Лопарева А.М.* Экономика организации (предприятия): Учебно-методический комплекс / А.М. Лопарева. – М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 322-325 с.
5. *Растова Ю.И.* Экономика организации (предприятия): Учебное пособие / Ю.И. Растова, С.А. Фирсова. - М.: КноРус, 2013. – 135-137 с.

Ibrahim N.I., PhD Student, ibrncfe@gmail.com

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Russia

Oumran B., Assistant Professor, Bamran@albaath-univ.edu.sy
Al-Baath University, Syria

A Coupled and Underactuated Dynamic Model of Microcopter Using LabVIEW

Abstract: A six DOF Unmanned Aerial Vehicle (UAV) microcopter dynamic model is formulated using Newton-Euler method, which is nonlinear, coupled, and underactuated, including the aerodynamic effects and disturbances. The microcopter has a simple vertical takeoff and landing, in addition to hovering capabilities and agility, however, it has a complex dynamic model, is unstable and not capable of translational motion without rotating about one of its axes. The derived mathematical model was implemented using LabVIEW in order to develop proper controllers for autopilot stabilization and trajectory control.

Keywords: UAV, Microcopter Dynamics, Nonlinear Control, Coupled and Underactuated Models, Newton-Euler Method.

1. Introduction

This work will focus on the modeling and simulation of microcopter type UAV. The reason for choosing microcopter is challenging in the control field because it's a highly nonlinear, multivariable and underactuated system, in addition to its advantages such as high maneuverability and stationary flight [1]. Underactuated systems, defined as a mechanical system in which the dimension of the configuration space exceeds that of the control input space, that is, with fewer control inputs than degrees of freedom [2]. Modeling of such a system is not a trivial problem due to the coupled dynamics of an aerial vehicle [3]. The contributions of this work are deriving

an accurate and detailed mathematical model of a microcopter UAV, and studying the problems of nonlinearity and coupled parameters in hovering scenarios. We designed the equation of motion of the whole system using the Newton-Euler formulation for translational and rotational dynamics of a rigid body [4, 5, 6]. The disturbances are presented as an outdoor environment for simulation, which is omitted in most of the literatures

2. Reference Frames for the UAV microcopter

This section describes the kinematics of the UAV microcopter. The structure of the microcopter and the rotational directions are illustrated in Figure 1. Only two reference frames are necessary: earth inertial frame (E-frame) and body-fixed frame (B-frame). The motion is planned by using geographical maps, with North, East and Down (NED) coordinates [1, 6]. This earth fixed frame is seen as an inertial frame in which the absolute linear position (x, y, z) of the microcopter is defined. The mobile frame (X_B, Y_B, Z_B) is the body fixed frame that is centered in the microcopter center of gravity (CG) and oriented as shown in Figure 1. The angular position of the body frame with respect to the inertial one is defined by Euler angles: roll ϕ, pitch θ and yaw ψ. These together form the vector: $\sigma = [\phi\ \theta\ \psi]^T$. $\phi\ and\ \theta \in]-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}[$; $\psi \in]-\pi, \pi[$.The inertial frame position of the vehicle is given by vector $\xi = [x\ y\ z]^T$ [7, 5, 8]. The transformation from the body frame to the inertial frame is realized by using the well-known rotation matrix C_b^n defined in [7,8]. Which is orthogonal and $C_b^{nT} = C_b^{n-1} = C_n^b$. In addition, the transformation matrix for angular velocities from the body frame to the inertial one is S, mentioned in [9]. Where $\dot{\sigma} = S\ .\ \Omega$, $\dot{\xi} = C_b^n\ .\ V$, the angular velocity Ω is defined by the vector $\Omega = [p\ q\ r]^T$, and the linear velocity is defined by the vector $V = [u\ v\ w]^T$ in the body frame. It is important to observe that S can be defined if and only if $\theta \neq \frac{\pi}{2} + \pi k : k \in Z$. This is the main effect of Euler's formulation that leads to the gimbal lock, typical situation in which a degree of freedom is lost [10, 11] and this is not our concern here.

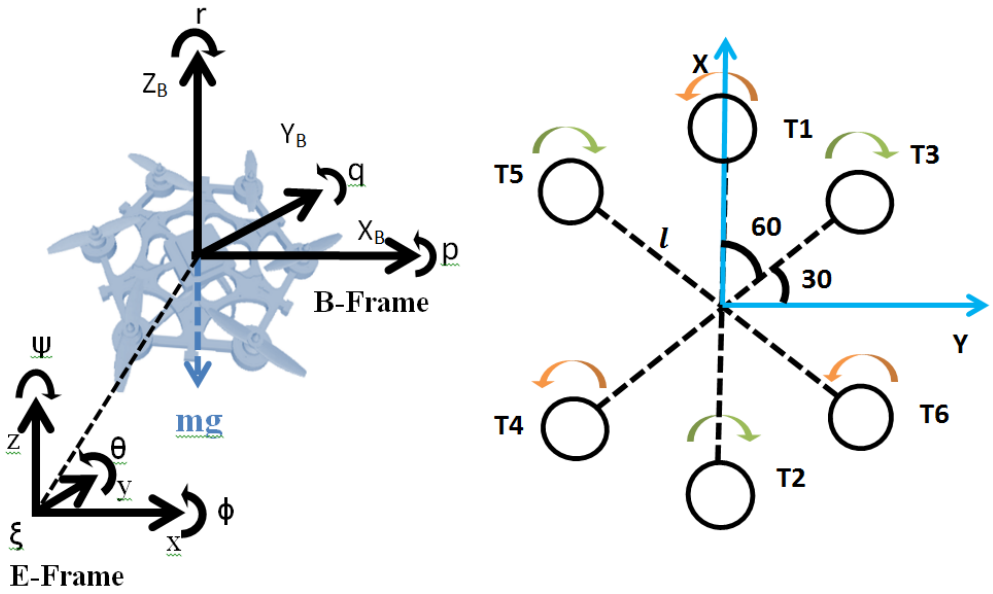


Fig. 1. UAV Microcopter structure and Frames.

3. Aerodynamic Forces and Moments in Axial Flight

The UAV microcopter systems are quite complex, their movements are governed by several effects either mechanical or aerodynamic. Our aim is to provide the mathematical equations driving the dynamical behavior of the microcopter by means of a generalization of the Quadcopter model presented in [9]. The motion of a rigid body can be decomposed into the translational and rotational components. The Newton-Euler equations are used. In order to modeling, the assumptions have been made that the microcopter is a rigid body and has a symmetrical structure. Therefore, the following equations are obtained:

$$\begin{bmatrix} mI_{3\times3} & 0_{3\times3} \\ 0_{3\times3} & J \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V} \\ \dot{\Omega} \end{bmatrix}_B + \begin{bmatrix} \Omega \times (mV) \\ \Omega \times (J\Omega) \end{bmatrix}_B = \begin{bmatrix} \sum F \\ \sum M \end{bmatrix}_B,$$

Where $I_{3\times3}$ an identity matrix size 3×3, $0_{3\times3}$ a zero matrix size 3×3, $m \in R$ is the total mass of microcopter and $J \in R^3$ the diagonal inertia matrix.

3.1. Force Analysis

a. Thrust Force: The main force affecting the aircraft movement is the thrust force resulting from the motors and propellers that lift the aircraft in the air. The model consists of 6 motors, and according to the suggested engineering model (figure 1), the motors in the model are parallel and perpendicular to the aircraft *surface*, so we conclude that the total thrust force vector of the aircraft is T and it is the sum of the propellers thrust force vectors $\sum_{i=1}^{6} T_i$, Then thrust and torque, are [4]:

$$T = \rho C_T A R^2 \omega^2, \quad \text{and} \quad Q = \rho C_Q A R^3 \omega^2 ,$$

Where C_T and C_Q are respectively thrust and torque coefficients, ρ is the air density and A the disc area. The thrust and torque coefficients can be written as:

$$C_T = \tfrac{1}{4}\sigma C_{L\alpha}[\tfrac{2\theta_b}{3} - (\gamma_c + \gamma_i)] \, , \, C_Q = \tfrac{1}{2}\sigma[C_{L\alpha}(\gamma_c + \gamma_i)\left\{\frac{\theta_b}{3} - \frac{\gamma_c+\gamma_i}{2}\right\} + \tfrac{C_D}{4} ,$$

Where σ is the rotor solidity, $C_{L\alpha}$ is the lift slope coefficient, C_D is the drag coefficient. γ_C, and γ_i are the inflow factors. Finally, the total force of thrust generated by the six propellers is defined as: $F_{thrust} = [0 \quad 0 \quad \sum_{i=1}^{6}|T_i|]^T$.

b. Drag Force: It is the opposing force to the traveling of the solid body in air resulted from the aerodynamic friction [9], and can be expressed it at the body's frame: $F_{aero} = K_T.V$; where K_T is a diagonal matrix related to the aerodynamic friction constant by the parameter k_t [8,4].

c. Gravitational Force: The gravity force is directed toward the center of earth, therefore, it is possible to describe the relation of gravity force within the frame of the aircraft body by the following equation [8], where g is gravity constant:

$$F_{grav} = m.C_n^b.\begin{bmatrix}0\\0\\g\end{bmatrix} = m.g.\begin{bmatrix}sin\theta\\-sin\emptyset.cos\theta\\cos\emptyset.cos\theta\end{bmatrix},$$

d. Disturbance Force: Other forces like the Coriolis force from the earth [8], the wind and Euler forces are considered as a disturbance, summarized as:

$$F_{dist} = [F_{d1} \quad F_{d2} \quad F_{d3}]^T,$$

Therefore, the equations of motion that govern the translational motion based on Newton-Euler formulation with respect to the body frame are:

$$\sum F = F_{thrust} - F_{aero} - F_{grav} + F_{dist} = m.\dot{V} + \Omega \times (m.V),$$
$$\begin{cases} \dot{u} = -\frac{k_t}{m}u - g.sin\theta - (qw - vr) + \frac{Fd1}{m} \\ \dot{v} = -\frac{k_t}{m}v + g.sin\emptyset.cos\theta - (ru - pw) + \frac{Fd2}{m} \\ \dot{w} = \sum_{i=1}^{6}|T_i| - \frac{k_t}{m}w - g.cos\emptyset.cos\theta - (pv - qu) + \frac{Fd3}{m} \end{cases},$$

Then the equations of motion with respect to the inertial (Earth) frame are:

$$\ddot{\xi} = [\ddot{x} \quad \ddot{y} \quad \ddot{z}]_E^T = C_b^n.[\dot{u} \quad \dot{v} \quad \dot{w}]_B^T$$

3.2. Moments Analysis

Suppose, the inertia matrix of the aircraft is J, the structure of the aircraft is symmetric, and the controllers and the load are in the center, we conclude that the inertia matrix is of the following form:

$$J = \begin{bmatrix}J_{xx} & 0 & 0\\0 & J_{yy} & 0\\0 & 0 & J_{zz}\end{bmatrix}; J \in R_{3\times3}$$

The moments acting on the center of the aircraft can be analyzed as follows:

a. Propeller Moments: The $M_{thrust}$is a part of the external moments acting on the system, described by the propeller thrust $\sum_{i=1}^{6} T_i$ generated by propellers, and the distance l from CG to the center of the propeller. The attitude of the vehicle in the air, i.e., Euler angles $\sigma = [\phi\ \theta\ \psi]^T$ change, by controlling the angular velocity of engines, i.e., this moment can be expressed as $M_{thrust} = [M_x \quad M_y \quad M_z]^T$, Where M_x, M_y, M_z are the moments about the axes X_B, Y_B, Z_B in the body frame, noticing that the torque vectors direction as in Figure (2) [8,1,5]. The moments as follows:

$$M_{thrust} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2} l(|T_3| - |T_4| - |T_5| + |T_6|) \\ \frac{1}{2} l(|T_3| - |T_4| + |T_5| - |T_6| + 2|T_1| - 2|T_2|) \\ \rho C_Q A R^3 (\omega_1^2 + \omega_4^2 + \omega_6^2 - \omega_2^2 - \omega_3^2 - \omega_5^2) \end{bmatrix},$$

b. The aerodynamic moment: It is the moment resulting from the aerodynamic friction in, and it affects negatively the total moment. The aerodynamic moment is expressed: $M_{aero} = K_R.\Omega$, where K_R is a diagonal matrix related to the rotational aerodynamic friction constant by the parameter K_r [8,4].

c. Disturbance moment: It is the total of the disturbances affecting the torque around the aircraft axes resulting from motors disturbances, the wind, and the load.

$$M_{dist} = [M_{d1} \quad M_{d2} \quad M_{d3}]^T ,$$

Therefore, the equations of motion with respect to the body frame are:

$$\sum M = M_{thrust} - M_{aero} + M_{dist} = J.\dot{\Omega} + \Omega \times (m.\Omega)$$

$$\begin{cases} \dot{p} = \frac{\sqrt{3}}{2J_x} l(|T_3| - |T_4| - |T_5| + |T_6|) - \frac{k_r}{J_x} p - qr\frac{(J_z - J_y)}{J_x} + \frac{M_{d1}}{J_x} \\ \dot{q} = \frac{1}{2J_y} l(|T_3| - |T_4| + |T_5| - |T_6| + 2|T_1| - 2|T_2|) - \frac{k_r}{J_y} q - pr\frac{(J_x - J_z)}{J_y} + \frac{M_{d2}}{J_y} \\ \dot{r} = \frac{\rho C_Q A R^3}{J_z} (\omega_1^2 + \omega_4^2 + \omega_6^2 - \omega_2^2 - \omega_3^2 - \omega_5^2) - \frac{k_r}{J_z} r - pq\frac{(J_y - J_x)}{J_z} + \frac{M_{d3}}{J_z} \end{cases},$$

The equations of motion that govern the rotational motion for the microcopter with respect to the inertial (Earth) frame are: $\ddot{\sigma} = [\ddot{\phi} \quad \ddot{\theta} \quad \ddot{\psi}]_E^T = S.[\dot{p} \quad \dot{q} \quad \dot{r}]_B^T$. The suggested mathematical model as shown in the equations is characterized by nonlinearity, time variance, and coupled variables where Figure (2) shows a block diagram that contains the input and output variables of the aircraft dynamic model.

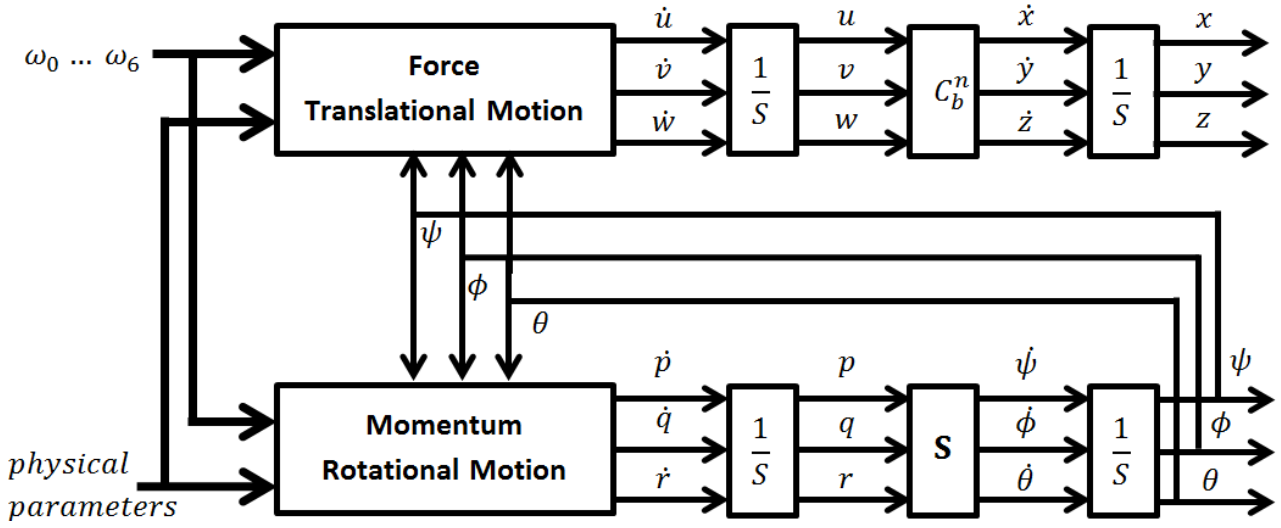


Fig. 2. Mathematical model of Microcopter.

3.3. Control Mechanism

The block diagram in Figure (2) shows the variables of the mathematical model of a microcopter aircraft. The control mechanism is through controlling the motors speed variables $\omega_1, \omega_2 \ldots \omega_6$ by a defined style explained as follows:

1- There are 3 movements that describe all possible combinations of attitude: Roll (rotation around the X axis by angle ϕ), Pitch (rotation around the Y axis by angle θ), and Yaw (rotation around the Z axis by angle ψ). The roll control is obtained by changing the velocity of motors 3, 4, 5, 6, and this movement is called lateral motion. Then the pitch control is obtained by changing the velocity of all motors, resulting in the longitudinal motion. Finally, the yaw control is obtained by changing the velocity of all motors.

2- The change of motors speed for attitude control should be fixed and based on differential control strategy as seen in Figure (1) and equations of moments, i.e., the Pitch control around axis Y is obtained by changing the torques around this axis by increasing (T_1, T_3, T_5) and decreasing the another side (T_2, T_4, T_6) using the following equation: $\ell * \cos 60 * (|T_3| - |T_4| + |T_5| - |T_6|) + |T_1| - |T_2|$ And the roll control is obtained by: $\ell * \cos 30 * (|T_3| - |T_4| - |T_5| + |T_6|)$ While the yaw control is based on the torque difference between the neighboring motors: $Q_1 + Q_4 + Q_6 - Q_2 - Q_3 - Q_5$

3- Altitude control is obtained by changing all motors' velocity with a fixed change. This is based on the force equations in Z component, noticing that the thrust is equivalent to the square of the motors angular velocities. To increase the altitude, all motors velocities must be increased, and vice versa. The equation that governs the altitude is: $altitude_control \Leftrightarrow \sum_{i=1}^{6} |T_i|$

From the control problem based on Figure (2) and its control equations, which govern the attitude and altitude in space, the artificial vector $U = [u_p \; u_r \; u_y \; u_T]^T$ can be found. This simplifies the control of the system in Pitch, Roll, Yaw and altitude movements instead of using real motors' velocities vector $\omega = [\omega_1 \; \omega_2 \; \omega_3 \; \omega_4 \; \omega_5 \; \omega_6]^T$ [5]. Now we can put the equations that connect between artificial and real input vectors as follows:

$$\begin{cases} \omega_1 = u_T + u_p + u_y \\ \omega_2 = u_T - u_p - u_y \\ \omega_3 = u_T + 0.5 * u_p - 0.866 * u_r - u_y \\ \omega_4 = u_T - 0.5 * u_p + 0.866 * u_r + u_y \\ \omega_5 = u_T + 0.5 * u_p + 0.866 * u_r - u_y \\ \omega_6 = u_T - 0.5 * u_p - 0.866 * u_r + u_y \end{cases} ,$$

4. Conclusions

The UAV Microcopter model has been implemented in LabVIEW for simulation. For this purpose, the system parameters used in the model are listed in table 1. In order to study the coupled and underactuated problems of our model, an application is conducted by simulation using Runge-Kutta 2 method with fixed step 0.05

(sec). We analyzed the correlations between all parameters of the microcopter in figure (3) when the artificial input up changed to 10 to control the pitch angle and remaining control inputs were fixed as ($ur = uy = 0, ut = 1230\, rpm$). This scenario is flight hovering at altitude 5 meters in the air. In this paper, we developed a real dynamic model addressing the nonlinear, time-variant and underactuated problems, because of the complex dynamics. This requires precise trajectory control to stabilize the whole system and drive the microcopter to the desired trajectory of Cartesian position, attitude and airspeed.

Table 1. **Parameters used in the simulation**

m=4 kg	g=9,806 m/s^2	l=0,36 m	ρ=1,293 kg/m^3	R =0,15 m
J_x, J_y=3.8e^{-3} N.m.s^2/rad	A =0,071 m^2	k_t=4,8e^{-2} N.s/m	k_r=6,4e^{-4} N.m.s/rad	
J_z=7.1e^{-3} N.m.s^2/rad	C_Q=1.037e^{-3}	C_T=0,01458		

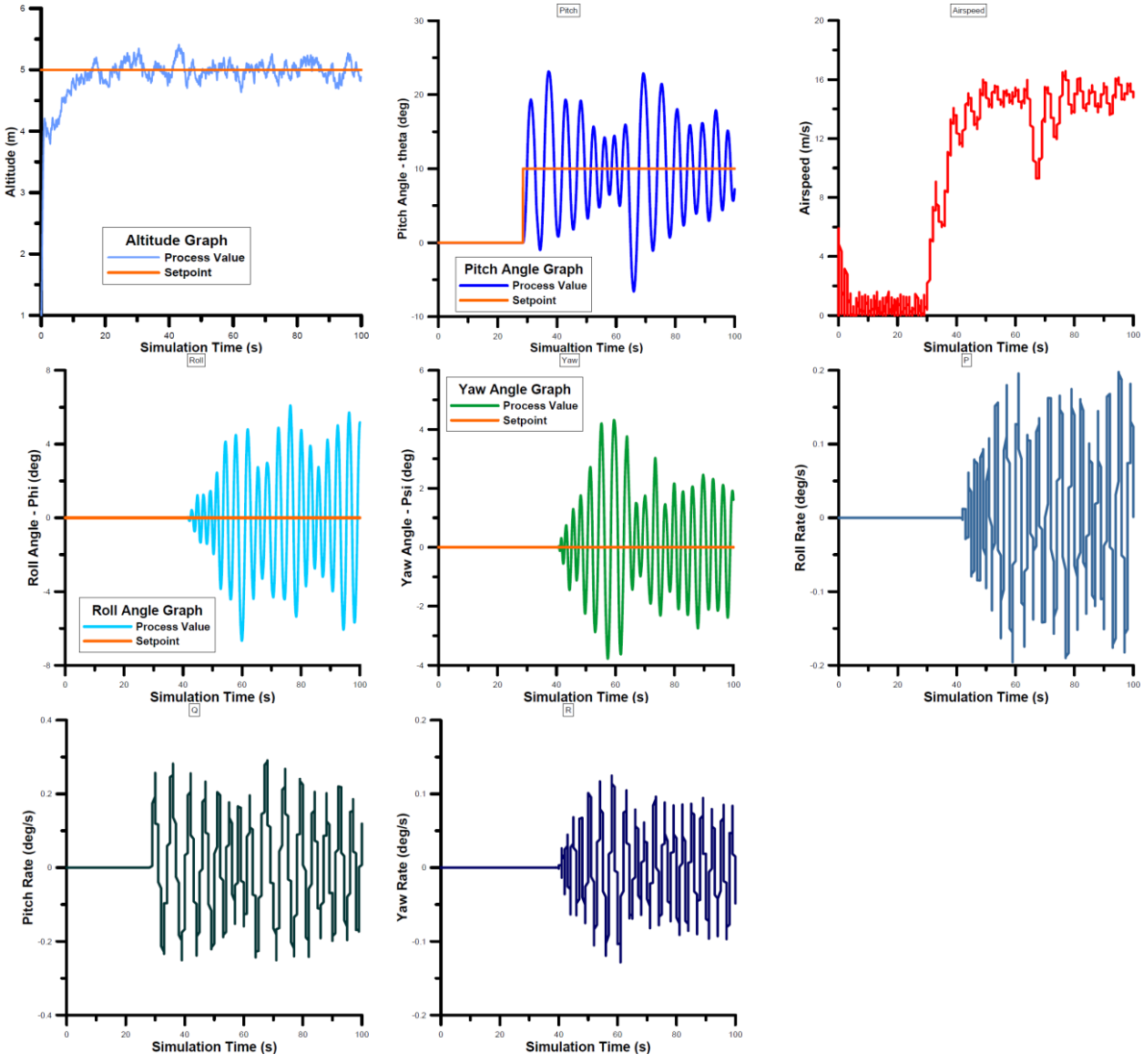


Fig. 3. Change and coupling of the microcopter parameters
Due to input change of u_p

References

1. *Schmidt M. D.* Simulation and Control of A Quadrotor Unmanned Aerial // Vehicle, 2011, Lexington-USA, University of Kentucky Master's Theses, University of Kentucky U Knowledge.
2. *Xin X., Yannian L.* Control design and analysis for underactuated robotic systems // Okayama University Jaban 2014, Springer London. ISBN 978-1-4471-6251-3.
3. *Di Lucia S., Tipaldi G. D., Burgard W.* Attitude Stabilization of an Aerial Manipulator using a Quaternion-based Back-stepping Approach // IEEE 2015 European Conference, University of Freiburg Germany, 2-4 Sept. 2015.
4. *Sanca A. S., Laura T. L., Cerqueira J. F., Alsina P. J.* Dynamic Modeling With Nonlinear Inputs And Backstepping Control For A Hexa-rotor Micro-Aerial Vehicle // Robotics Symposium and Intelligent Robotic Meeting (LARS), 2010 Latin American. IEEE ISBN 978-1-4244-8639-7 ,P36-42, 23-28 Oct. 2010.
5. *Moussid M., Sayouti A., Medromi H.* Dynamic Modeling and Control of a Hexa-rotor using Linear and Nonlinear Methods // International Journal of Applied Information Systems (IJAIS), New York USA 2015. ISSN: 2249-0868 Foundation of Computer Science FCS, Vol. 9, No.5, August 2015.
6. *Moussid M., Idalene A., Sayouti A., Medromi H.* Autonomous Hexa-rotor Arial Dynamic Modeling and a Review of Control Algorithms // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) 2015, Vol. 02, Issue.05, August 2015: PP. 1197-1204.
7. *Julián D., Colorado M.* Towards Miniature MAV Autonomous Flight: A Modeling & Control Approach // Master thesis of Science in Robotics and Automation, Technical University of Madrid, April 2009.
8. *Magnussen O., Skjonhaug K. E.* Modeling, Design and Experimental Study for a Quadcopter System Construction // Master Thesis in Faculty of technology and science, University of Agder-Kristiansand S, Norway, 2011.
9. *Sjoholm D., Biel M.* Automatic Control of a Quadrotor in the Smart Building // KTH, School of Engineering Sciences (SCI), Master Thesis of Science in Engineering, KTH Royal Institute of Technology, 2014. Stockholm-Sweden, 2014.
10. *Artale V., Milazzo C.L.R., Ricciardello A.* Mathematical Modeling of Hexa-copter // Applied Mathematical Sciences, Kore University of Enna, Italy, Vol. 7, 2013, no. 97, 4805 – 4811.
11. *Chovancová A., Fico T., Chovanec L., Hubinsky P.* Mathematical Modeling and Parameter Identification of Quadrotor (a survey) // Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology, Elsevier & Science Direct proceedings Engineering 96, 2014, PP. 172-181.

Ibrahim N.I., PhD Student, e-mail: ibrncfe@gmail.com

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Russia

Attitude and Altitude Stabilization of Microcopter using PID Controllers with Disturbances in LabVIEW

Abstract: The purpose of this paper is to present a mathematical model of microcopter which is a type of Unmanned Aerial Vehicle (UAV) and formulated using Newton-Euler equations. This model is naturally unstable, has complex dynamics, six degrees of freedom and cannot move translative without rotating about one of its axes. The resulted model requires multi-controllers in order to fly and characterized as highly nonlinear dynamics, coupled and underactuated. In this paper, PID controllers were used to regulating attitude and altitude in space. The simulation based experiments were conducted to evaluate the performance of proposed controllers in terms of dynamics performance, stability and the effects of disturbances for outdoor. The simulation was implemented using LabVIEW platform from National Instrument.

Keywords: UAV, PID, Microcopter, Newton-Euler Equations, Nonlinear Dynamic Model.

1. Introduction

In this paper, modeling and control of microcopter presented, microcopter control is challenging due to highly nonlinear, multivariable and underactuated [1,2,3]. The contributions of this work are deriving accurate model with disturbance resulted from the environment as outdoor experiments. Newton-Euler method is used in modeling [4,5,6]. PIDs controllers are used to stabilizing the attitude and altitude in the air. The paper is structured as follows: initially, kinematics and dynamics are described. Afterward, equations of motion are derived for modeling. In the end, PID controllers and simulation results are presented.

2. Reference Systems for the UAV microcopter

This section describes the kinematics of the UAV microcopter. The structure of the microcopter and the rotational directions are illustrated in Figure 1. Only two reference systems are necessary: earth inertial frame (E-frame) and body-fixed frame (B-frame). The motion is planned by using geographical maps, with North, East and Down (NED) coordinates [1, 6]. This earth fixed frame is seen as an inertial frame in which the absolute linear position (x, y, z) of the microcopter is defined. The mobile frame (X_B, Y_B, Z_B) is the body fixed frame that is centered in the microcopter center of gravity (CG) and oriented as shown in Figure 1. The angular position of the body frame with respect to the inertial one is usually defined by means of the Euler angles: roll ϕ, pitch θ and yaw ψ. These together form the vector: $\sigma = [\phi\ \theta\ \psi]^T$. $\phi\ and\ \theta \in\ ]-\frac{\pi}{2},\frac{\pi}{2}[;\ \psi \in]-\pi,\pi[$. The inertial frame position of the vehicle is given by vector $\xi = [x\ y\ z]^T$ [7,5,8]. The transformation from the body frame to the inertial frame is realized by using the well-known rotation matrix C_b^n [7, 8, 9]:

$$C_b^n = \begin{bmatrix} \cos\theta\cos\psi & \cos\theta\sin\psi & -\sin\theta \\ \sin\phi\sin\theta\cos\psi - \cos\phi\sin\psi & \cos\phi\cos\psi + \sin\phi\sin\theta\sin\psi & \sin\phi\cos\theta \\ \sin\phi\sin\psi + \cos\phi\sin\theta\cos\psi & \cos\phi\sin\theta\sin\psi - \sin\phi\cos\psi & \cos\phi\cos\theta \end{bmatrix},$$

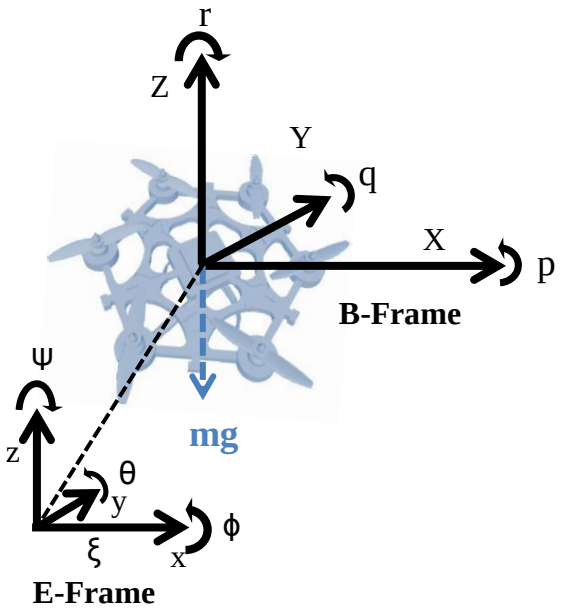


Fig. 1. UAV Microcopter structure and Frames.

Which is orthogonal and $C_b^{nT} = C_b^{n-1} = C_n^b$. In addition, the transformation matrix for angular velocities from the body frame to the inertial one is S [9].

$$S = \begin{bmatrix} 1 & sin\phi\ tan\theta & cos\phi\ tan\theta \\ 0 & cos\phi & -sin\phi \\ 0 & sin\phi\ sec\theta & cos\phi\ sec\theta \end{bmatrix},$$

Where $\dot{\sigma} = S\ .\ \Omega$, $\dot{\xi} = C_b^n\ .\ V$, the angular velocity Ω is defined by the vector $\Omega = [p\ q\ r]^T$, and the linear velocity is defined by the vector $V = [u\ v\ w]^T$ in the body frame. It is important to observe that S can be defined if and only if $\theta \neq \frac{\pi}{2} + \pi k : k \in Z$. This is the main effect of Euler's formulation that leads to the gimbal lock, typical situation in which a degree of freedom is lost [10,11] and this is not our concern here.

3. Dynamical Model of Microcopter

The Newton-Euler equations are used. In order to modeling, the assumptions have been made, that the microcopter is a rigid body and has a symmetrical structure. The motion can be decomposed into the translational and rotational components. Therefore, the Newton-Euler equations are [9]:

$$\begin{bmatrix} mI_{3\times3} & 0_{3\times3} \\ 0_{3\times3} & J \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{V} \\ \dot{\Omega} \end{bmatrix}_B + \begin{bmatrix} \Omega \times (mV) \\ \Omega \times (J\Omega) \end{bmatrix}_B = \begin{bmatrix} \sum F \\ \sum M \end{bmatrix}_B$$

Where $I_{3\times3}$ an identity matrix size 3×3, $0_{3\times3}$ a zero matrix size 3×3, $m \in R$ is the total mass of microcopter and $J \in R^3$ the diagonal inertia matrix. Therefore, the equations which govern the microcopter motion in the air are obtained and consist of force and moment equations as follows:

$$\sum F = F_{thrust} - F_{aero} - F_{grav} + F_{dist} = m.\dot{V} + \Omega \times (m.V)$$

$$\sum M = M_{thrust} - M_{aero} + M_{dist} = J.\dot{\Omega} + \Omega \times (m.\Omega)$$

Where F_{thrust} is thrust force resulting from motors, F_{aero} is drag force resulted from aerodynamic friction, F_{grav} is gravity force, F_{dist} is disturbances force, M_{thrust} is motors' moments, M_{aero} is aerodynamic moment resulted from friction in the air and M_{dist} is disturbances moment. Finally, the equations respects to the body frame are:

$$\begin{cases} \dot{u} = -\frac{k_t}{m}u - g.sin\theta - (qw - vr) + \frac{Fd1}{m} \\ \dot{v} = -\frac{k_t}{m}v + g.sin\emptyset.cos\theta - (ru - pw) + \frac{Fd2}{m} \\ \dot{w} = \sum_{i=1}^{6}|T_i| - \frac{k_t}{m}w - g.cos\emptyset.cos\theta - (pv - qu) + \frac{Fd3}{m} \end{cases}$$

$$\begin{cases} \dot{p} = \frac{\sqrt{3}}{2J_x}l(|T_3| - |T_4| - |T_5| + |T_6|) - \frac{k_r}{J_x}p - qr\frac{(J_z - J_y)}{J_x} + \frac{M_{d1}}{J_x} \\ \dot{q} = \frac{1}{2J_y}l(|T_3| - |T_4| + |T_5| - |T_6| + 2|T_1| - 2|T_2|) - \frac{k_r}{J_y}q - pr\frac{(J_x - J_z)}{J_y} + \frac{M_{d2}}{J_y} \\ \dot{r} = \frac{\rho C_Q A R^3}{J_z}(\omega_1^2 + \omega_4^2 + \omega_6^2 - \omega_2^2 - \omega_3^2 - \omega_5^2) - \frac{k_r}{J_z}r - pq\frac{(J_y - J_x)}{J_z} + \frac{M_{d3}}{J_z} \end{cases}$$

Where k_t is the constant of aerodynamic force, g is the gravity constant, $F_{dist} = [F_{d1} \quad F_{d2} \quad F_{d3}]^T$ is the disturbance force along the axis, T_i and ω_i with $i = 0 \ldots 6$ are thrust and angular moments of motors, $J_x, J_y \; and \; J_z$ are inertial moments of the rigid body along axes, K_r is the constant of aerodynamic moment, l is the distance from CG to the center motors, C_Q is the motor's torque coefficient, ρ is the air density, A the disc area, R is the disc radius and $M_{dist} = [M_{d1} \quad M_{d2} \quad M_{d3}]^T$ is the disturbance moment along the axis. The equations of motion that govern the translational and rotational motion for the microcopter with respect to the inertial (Earth) frame are:

$$\ddot{\xi} = [\ddot{x} \quad \ddot{y} \quad \ddot{z}]_E^T = C_b^n.[\dot{u} \quad \dot{v} \quad \dot{w}]_B^T$$

$$\ddot{\sigma} = [\ddot{\phi} \quad \ddot{\theta} \quad \ddot{\psi}]_E^T = S.[\dot{p} \quad \dot{q} \quad \dot{r}]_B^T .$$

4. Control Mechanism

The block diagram in Figure (2) shows the variables of the mathematical model of a microcopter aircraft. The control mechanism is through controlling the motors speed variables $\omega_1, \omega_2 \ldots \omega_6$ by a defined style explained as follows:

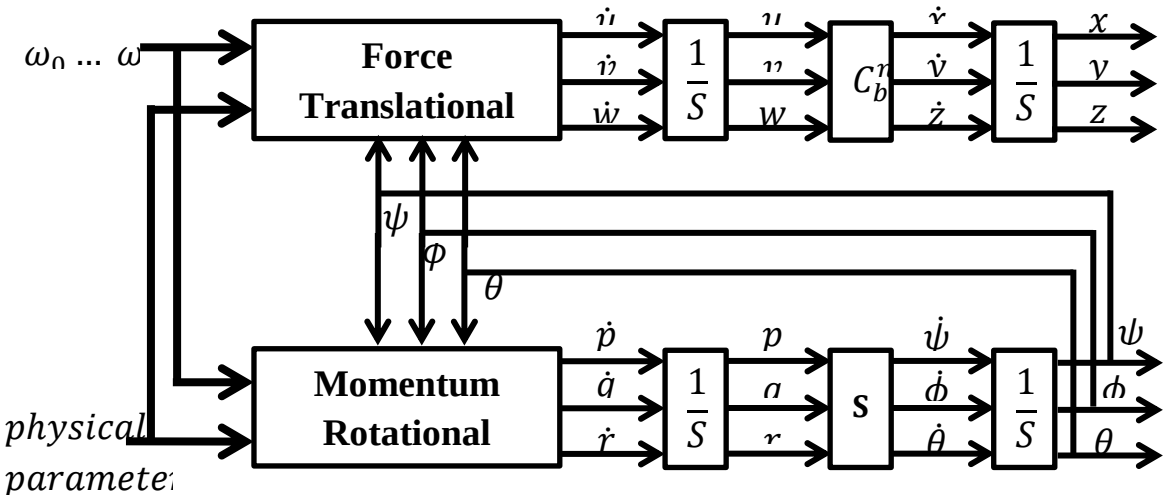


Fig. 2. Mathematical model of Microcopter.

1 – There are 3 movements that describe all possible combinations of attitude: Roll (rotation around the X axis by angle ϕ), Pitch (rotation around the Y axis by angle θ), and Yaw (rotation around the Z axis by angle ψ). The roll control is obtained by changing the velocity of motors 3, 4, 5, 6, and this movement is called lateral motion. Then the pitch control is obtained by changing the velocity of all motors, resulting in the longitudinal motion. Finally, the yaw control is obtained by changing the velocity of all motors.

2 – The change of motors speed for attitude control should be fixed and based on differential control strategy and equations of moments, i.e., the Pitch control around axis Y is obtained by changing the torques around this axis by increasing (T_1, T_3, T_5) and decreasing the another side (T_2, T_4, T_6) using the following equation: $\ell * \cos 60 * (|T_3| - |T_4| + |T_5| - |T_6|) + |T_1| - |T_2|$
And the roll control is obtained by: $\ell * \cos 30 * (|T_3| - |T_4| - |T_5| + |T_6|)$
While the yaw control is based on the torque difference between the neighboring motors: $Q_1 + Q_4 + Q_6 - Q_2 - Q_3 - Q_5$

3 – Altitude control is obtained by changing all motors' velocity with a fixed change. This is based on the force equations in Z component, noticing that the thrust is equivalent to the square of the motors angular velocities. To increase the altitude, all motors velocities must be increased, and vice versa. The equation that governs the altitude is: $altitude_control \Leftrightarrow \sum_{i=1}^{6} |T_i|$

From the control problem based on Figure (2) and its control equations, which govern the attitude and altitude in space, the artificial vector $U = [u_p\ u_r\ u_y\ u_T]^T$ can be found. This simplifies the control of the system in Pitch, Roll, Yaw and altitude movements instead of using real motors' velocities vector

$\omega = [\omega_1\ \omega_2\ \omega_3\ \omega_4\ \omega_5\ \omega_6]^T$ [5]. Now we can put the equations that connect between artificial and real input vectors as follows:

$$\begin{cases} \omega_1 = u_T + u_p + u_y \\ \omega_2 = u_T - u_p - u_y \\ \omega_3 = u_T + 0.5 * u_p - 0.866 * u_r - u_y \\ \omega_4 = u_T - 0.5 * u_p + 0.866 * u_r + u_y \\ \omega_5 = u_T + 0.5 * u_p + 0.866 * u_r - u_y \\ \omega_6 = u_T - 0.5 * u_p - 0.866 * u_r + u_y \end{cases},$$

5. Proportion, Integrated, and Differential (PID) Controller Design

In this paper, we presented four of linear and classical PID controllers, which are easy to design, tune and implement. The aim of these controllers is to control attitude and altitude of the vehicle at desired trajectory in space. A mathematical model of PID is described as following equation [12]:

$$u(t) = k_C[e(t) + \tfrac{1}{T_i}\int e(t).d(t) + T_d\tfrac{d}{dt}e(t)]$$

The parameter k_c is Proportional gain, T_i is the integral time and T_d is the derivative time, these parameters are defined, in order to get the best performance by decreasing vibrations, steady-state errors, and response time. Figure (3) shows a block diagram of PIDs controlling microcopter.

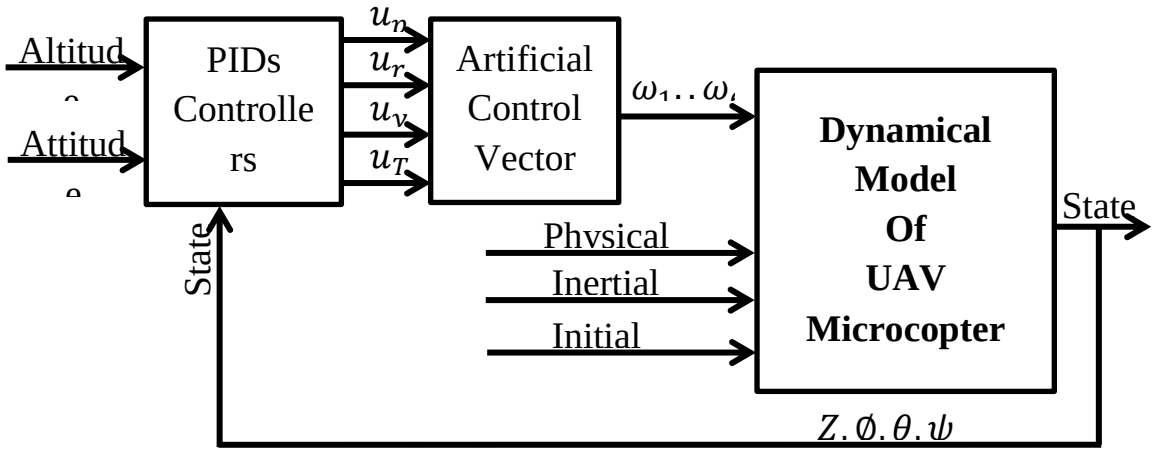


Fig. 3. Block diagram of PIDs connected to microcopter model

The parameters of each PID used in control are defined in following equations

$$u_T(t) = 10\left[e(t) + \tfrac{1}{0.0295}\int e(t).d(t) + 0.04\,\tfrac{d}{dt}e(t)\right]$$

$$u_p(t) = 1\left[e(t) + \tfrac{1}{0.01}\int e(t).d(t) + 0.004\,\tfrac{d}{dt}e(t)\right]$$

$$u_r(t) = -1\left[e(t) + \frac{1}{0.01}\int e(t).d(t) + 0.005\,\frac{d}{dt}e(t)\right]$$

$$u_y(t) = 1.5\left[e(t) + \frac{1}{0.008}\int e(t).d(t) + 0.007\,\frac{d}{dt}e(t)\right]$$

6. Conclusions

The conclusion of this work is to design and tuning controllers in order to govern a microcopter, special type of UAV. For this purpose, the system's parameters that used in the model simulation listed in table 1. In this paper, real and complex dynamic model was taken into account, which addressed the nonlinearity, time variant, underactuated and disturbances. An application was conducted by LabVIEW simulation program using Runge-Kutta 2 method with fixed step 0.05 (sec). Correlations were analyzed on all parameters of motion equations, four PID controllers implemented to stabilize altitude and attitude as shown in figure (4) that we may notice the stability and disturbances free in our response with multiple setpoints taken into account. The tuning process achieved after multi attempts of experiments. Our scenario is the hovering flight at altitude 10 meters in the air.

Finally, the future works are about to develop a precise trajectory control to stabilize the whole system and drive the microcopter to the desired trajectory of Cartesian position, attitude and airspeed.

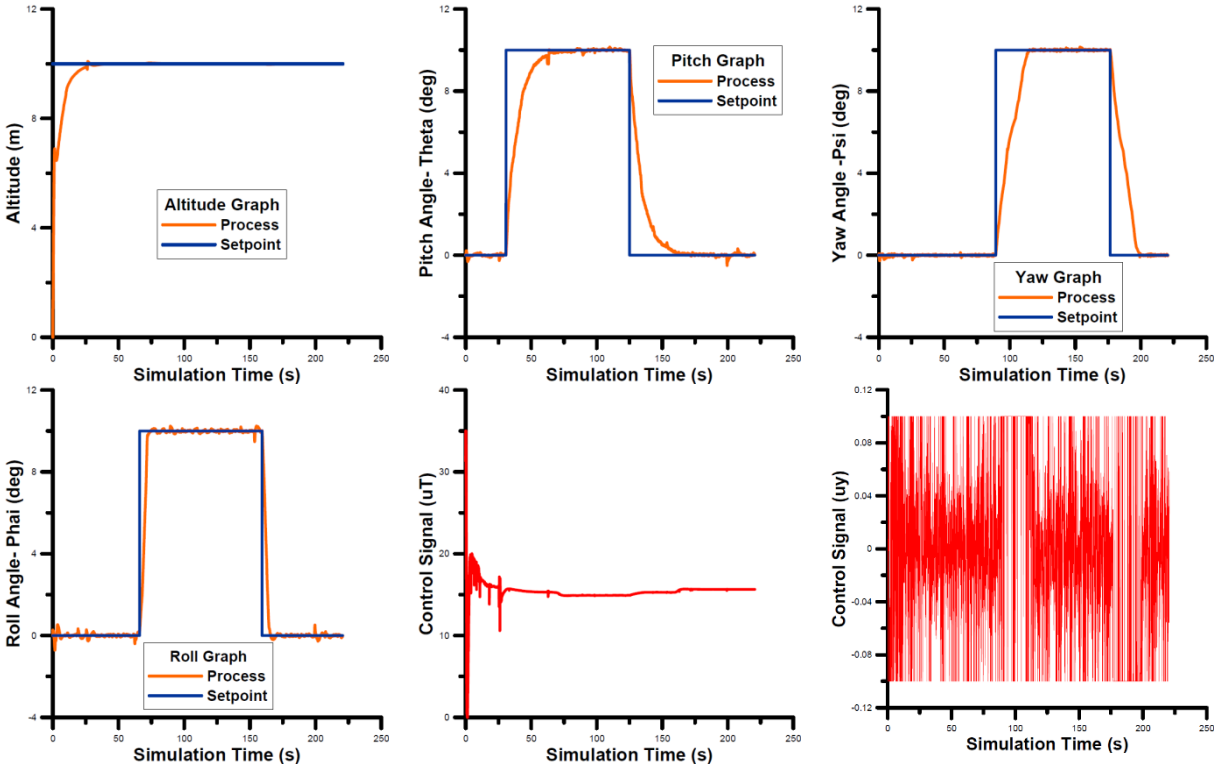


Fig. 4. Shows PID control inputs and simulation responses

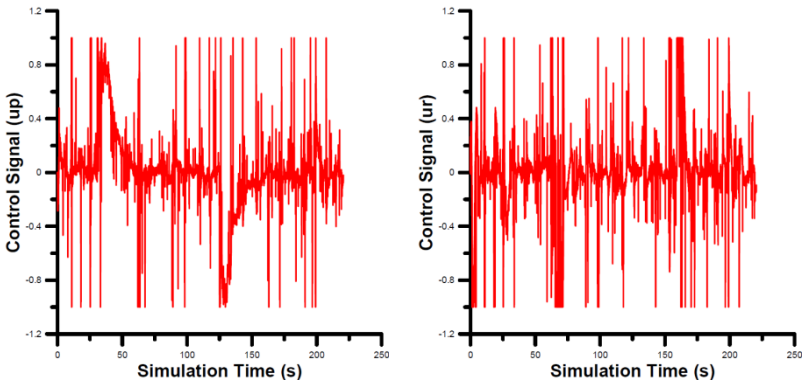


Fig. 4. Shows PID control inputs and simulation responses (finish)

Table 1. **Parameters used in the simulation**

m=4 kg	g=9.806 m/s^2	l=0.36 m	ρ=1.293 kg/m^3	R =0.15 m
J_x, J_y=3.8e^{-3} N.m.s^2/rad	A =0.071 m^2	k_t=4.8e^{-2} N.s/m	k_r=6.4e^{-4} N.m.s/rad	
J_z=7.1e^{-3} N.m.s^2/rad	C_Q=1.037e^{-3}	C_T=0.01458		

References

1. *Schmidt M. D.* Simulation and Control of A Quadrotor Unmanned Aerial // Vehicle, 2011, Lexington-USA, University of Kentucky Master's Theses, University of Kentucky U Knowledge.
2. *Xin X., Yannian L.* Control design and analysis for underactuated robotic systems // Okayama University Jaban 2014, Springer London. ISBN 978-1-4471-6251-3.
3. *Di Lucia S., Tipaldi G. D., Burgard W.* Attitude Stabilization of an Aerial Manipulator using a Quaternion-based Back-stepping Approach // IEEE 2015 European Conference, University of Freiburg Germany, 2-4 Sept. 2015.
4. *Sanca A. S., Laura T. L., Cerqueira J. F., Alsina P. J.* Dynamic Modeling With Nonlinear Inputs And Backstepping Control For A Hexa-rotor Micro-Aerial Vehicle // Robotics Symposium and Intelligent Robotic Meeting (LARS), 2010 Latin American. IEEE ISBN 978-1-4244-8639-7 ,P36-42, 23-28 Oct. 2010.
5. *Moussid M., Sayouti A., Medromi H.* Dynamic Modeling and Control of a Hexa-rotor using Linear and Nonlinear Methods // International Journal of Applied Information Systems (IJAIS), New York USA 2015. ISSN: 2249-0868 Foundation of Computer Science FCS, Vol. 9, No.5, August 2015.
6. *Moussid M., Idalene A., Sayouti A., Medromi H.* Autonomous Hexa-rotor Arial Dynamic Modeling and a Review of Control Algorithms // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) 2015, Vol. 02, Issue.05, August 2015: PP. 1197-1204.
7. *Julián D., Colorado M.* Towards Miniature MAV Autonomous Flight: A Modeling & Control Approach // Master thesis of Science in Robotics and Automation, Technical University of Madrid, April 2009.
8. *Magnussen O., Skjonhaug K. E.* Modeling, Design and Experimental Study for a Quadcopter System Construction // Master Thesis in Faculty of technology and science, University of Agder-Kristiansand S, Norway, 2011.

9. *Sjoholm D., Biel M.* Automatic Control of a Quadrotor in the Smart Building // KTH, School of Engineering Sciences (SCI), Master Thesis of Science in Engineering, KTH Royal Institute of Technology, 2014. Stockholm-Sweden, 2014.
10. *Artale V., Milazzo C.L.R., Ricciardello A.* Mathematical Modeling of Hexa-copter // Applied Mathematical Sciences, Kore University of Enna, Italy, Vol. 7, 2013, no. 97, 4805 – 4811.
11. *Chovancová A., Fico T., Chovanec L., Hubinsky P.* Mathematical Modeling and Parameter Identification of Quadrotor (a survey) // Faculty of Electrical Engineering and Information Technology, Slovak University of Technology, Elsevier & Science Direct proceedings Engineering 96, 2014, PP. 172-181.
12. *Astrom K. J., Murray, R. M.* Feedback Systems // Princeton University Press, ISBN-13: 978-0691135762, Vol.2,11b, 2012.

Anastasiya P. Kapralova
Master Student of Economic Engineering Faculty, 1st year,
e-mail: kapr-anastasiya@yandex.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk, Russia

Information technologies in economics. CRM systems

Abstract: Nowadays the increased popularity of web-CRM systems is marked. The instrument is available for enterprises for solving important tasks directed to the satisfaction of consumer demand and retention of the clients. Companies sense the requirement and the need of this product in building mutually beneficial relations with customers. Therefore, cloud solutions of CRM systems will be discussed in this article.

Keywords: web-CRM systems, relationships with customers, management, marketing, consumer demand, competitiveness.

One of the main functions of enterprise management in the sphere of small and medium business is the functions of management with relationship with clients. These tasks of the medium business are realized in CRM systems (Customer Relationship Management Systems).

CRM is the technology of interaction and management of relationships between the personnel of the company with customers, oriented on the client's needs, active work with a client. Technology should be inferred as the whole strategy of business processes of the enterprise [1].

The main purpose of creation and implementation of CRM systems is to increase of income of the enterprise on account of attraction and retention of a client, to increase of sales volume and to decrease of service costs.

Use of modern information technologies with the realization of CRM conception allows forming of data base about clients in operative mode, carrying out analysis and making prognoses for their possible behavior that contributes to more effective organization of sales and simplification of contacts with the consumers. [1].

CRM system is applied software designated for automation of company business processes, providing interaction of all its subdivisions with clients at the level determined by CRM ideology. From one point of view, such a system solves the tasks directed to the satisfaction and retention of the clients, from another point of view, it serves to the optimization of the company activity, reducing the expanses connected with the search and processing of information, data analyses, management over goods sales and services [2].

According to the above mentioned definition CRM for the characteristics of CRM strategy we can mark out the following principles [3]:

- availability of the united data storage which can fit all the information about interaction with clients;
- simultaneous management over numerous channels of interaction;
- constant analysis of accumulated information about clients and making of the appropriate organizational decisions.

CRM system is based on formulating problems which company usually sets. The main possibilities of the system for their solution are [4]:

- automation of business processes;
- management of information about clients;
- sales management;
- marketing management;
- production portfolio management;
- working time management;
- workflow;
- optimization of communication in the company;
- statistics and analytics.

Providing automation and operative control of execution process of business projects of the company, the system increases possibility of their timely and quality execution, improves communication between departments.

The core of any CRM system is data base of clients – a valuable asset. CRM uses the base during the work with maximum efficiency, retains, develops existing clients and attracts new clients.

Sales management. CRM system helps managers to plan sales, organize transparent transaction management, follow the terms and deliveries, and optimize channels of sales, a crater of the sales.

CRM organizes marketing management of the company: plans and holds marketing events (electronic and direct distribution, organization of research, actions, surveys), manage the resources and budgets for marketing, coordinate all marketing interventions.

Production portfolio management. It's important for a company to provide products of high quality by competitive prices, improve production lines. CRM structures nomenclature and manages the catalog of goods (maintaining of process and discounts, analysis of data and interconnections).

Every company tries to reduce time waste. CRM manages the working time (accounting of working time, planning of work load for the periods).

CRM provide all instruments for the management of external and internal workflow of the company: formation of documents according to templates,

preparation of print forms, support of valid version of documents, quick search in the system, creation of electronic storage of documents.

CRM system organizes effective interaction and exchange of information in the company, preventing the appearance of «informational gaps» and loss of important data: synchronization of personnel activity, control of carrying out of functional riles of the team in the transactions, organization of tasks allocation between employees of departments.

CRM system allows company to get statistic information, to perform complex analysis of data about clients, their values, systems of sales and income that is necessary for making strategically important business decisions [4].

According to A. Kudinov's opinion from the book «CRM: Russian practice of effective business», history of CRM-like products for the systematization of data about clients is used to begin with John Henry Patterson, a founder of the company «National Cash Register» who had generalized methods used during the trade organization. In 1947 the lawyer Morris Perkin developed system for registration of plans of business meetings and events – «Day-Timer». This system could be referred to the prototypes of modern computer CRM systems. Then in 1956 Arnold Nustadter invented card index «Rolodex» rotating on 360 degrees, where business contacts were written on the separate cards. As a result, since 1995 the term «Customer Relationship Management» has been established and nowadays there are more than 1000 solutions in the world which can be referred to CRM class [5].

At the turn of the 20-21st centuries, information technologies (IT) make it possible to be oriented mainly on the existing customer database. The development of market and increased competition in Russian economy forces companies to look for competitive advantages – internal productive efficiency or market orientation. Such long-term competitive advantages provide cloud-based solution class CRM, based on web-technologies – web-CRM, aimed at creating clients' database.

As the trend of using cloud technologies is increasing rapidly, we will conduct a small analytical survey of cloud CRM systems, designed in the PHP and JavaScript programming languages, and compare them in terms of functionality, cost, areas of usage and identifying the weaknesses to the table.

Table. **Survey of cloud CRM systems, designed in the PHP and JavaScript programming languages**

Product, company-developer	Type	Description - functional	Allocation	Weaknesses	Cost RUR /month or $/month for user
SugarCRM, **SugarCRM Inc. (USA, CA)**	web version of the open source CRM, in the PHP and JavaScript	activity, employees, calendar, contacts, leads, deals, tasks, documents, mail, delivery, sales analysis, project management, control of work and etc.	it's not limited	missing features: reports, mobile clients, access rights management, integration with Office and other applications. If you want to change something in the system, you need to contact the developers of additional services	demo version is free for 7 days, then 35 $ -150 $
amoCRM, **KyuSoft Corp.**	PHP and JavaScript	quota for a single user transactions 500 2,500 contacts and	for small and medium companies, work with long	missing features: collaboration and directories «prod-	14 days is free and up to 3 users, then 499 RUR

Product, company-developer	Type	Description - functional	Allocation	Weaknesses	Cost RUR /month or $/month for user
(Russia)		100 MB. It includes desktop, deals, tasks, contacts, analytics, users	sales, for a large number of employees	ucts», «leads», aimed only at sales	
Iris CRM, **Iris (Russia)**	PHP and JavaScript	quick setup, sales management, marketing, for service, electronic document	it's not limited, work with legal entities and physical persons	expensive technical support after the first year of use	1 month is free, then 485 RUR. or 2450 RUR. (The number of users is unlimited)
Megaplan, **Megaplan (Russia)**	cloud, in the PHP	messages, safety employees, tasks, files, customers, reports, documents, discussions, finance, telephony, filters	for small, medium businesses	additional features for a fee	14 days is free and up to 3 users, then 3200 RUR from 5 users
1CRM, **1CRM Corp. (Canada)**	cloud, in the PHP	orders management, sales, marketing automation, project management, secure access, customer service, calendar collaboration	it's not limited	not seen	demo version is free for 30 days up to 5 users, 10 $ -40 $

The developed analytical overview is useful for business executives deciding or who have already decided to implement a web-CRM system to work effectively with customers. Of course, every company should choose a web-CRM system in accordance with its requirements, goals, tasks and possibilities.

It is important to note that in terms of cost, the domestic CRM systems are cheaper than the western systems. In terms of functionalities, the filling system can be supplemented on request for a separate payment. The system should guarantee the confidentiality of information, information security from unauthorized access [1]. Therefore, it is better to choose domestic producers, for small and medium business, it is the optimal and profitable option.

References

1. *Blagodatskiy G.A., Gorokhov M.M.* The development of the software tools for visual designer of the CRM-systems // In the World of Scientific Discoveries, Series B. 2014. Vol. 2, № 1. PP. 4-11.
2. *Благодатский Г.А., Горохов М.М., Становских А.А.* Разработка программно-инструментальных средств для реализации конструктора систем класса CRM // В мире научных открытий, 2013. № 10.1 (46). С. 20-33.
3. *Ильичева И. В.* Маркетинговые технологии. – Ульяновск: УлГТУ, 2012. – 157 с.
4. *Terrasoft.* Возможности CRM // URL: http://www.terrasoft.ru (дата обращения: 12.03.2016).
5. *Кудинов А.* CRM: российская практика эффективного бизнеса. – М.: 1С-Паблишинг, 2008. – 374 с.

Kochneva D.V., master's student email: dasha.chance@gmail.com;
Nikitin K.A., candidate;
Kulikov V.A., D.Eng. Sc., professor;
Arkhipova E.I., head of department, associate professor email: arkaei@mail.ru

FSBEI HPE «ISTU named of Kalashnikov M. T.»

Method and measuring equipment of heat flow density in soil

Abstract: Heat losses of heat carriers blunt the effectiveness of power supply while in shipment. Measuring means required for energy audit, in particular, can be measuring instrument of heating rate in the soil. Sensors of thermal flow and measuring systems, based on these sensors, produced by domestic and foreign industry are meant for the measuring of fluence surface, and they can't be used for measuring bank yard, because geometric form of the sensors doesn't allow to drive them into the earth. Thus, development of a method, a sensing device and a system which would allow measuring the heat flow destiny efficiently by inducting the sensor into the soil is of immediate interest.

Key words: Heat loss, energy audit, heating rate, heat carriers, soil.

Researches of Thermal Physics of soils and thermal process in them are timeliness in different human's fields, beginning from scientific researches, for example, in the field of thermal process determined by thermal losses of Earth's core and finishing with the solution of practical tasks, for instanse, at construction of buildings in permafrost zones under piping work in agricultural and others industries.

Due to price increase of energy resources and government policy focused on prudent use of fuel and energy resources, the problem of loss enchancement of heat carriers while in shipment over pipeline is relevant.

Heat losses of heat carriers blunt the effectiveness of power supply while in shipment. For its increase, first of all, it is necessary to carry out energy audit, which is ascertained by statute of the Russian Federation, the decree of the president and government regulations. Measuring means required for energy audit, in particular, can be measuring instrument of heating rate in the soil. In addition, it is necessary to measure the heat flow in the soil at the definite depth considering influence on the heat flow in the near –surface soil of air temperature and other atmospheric factors. Sensors of thermal flow and measuring systems, based on these sensors, produced by domestic and foreign industry are meant for the measuring of fluence surface, and they can't be used for measuring bank yard, because geometric form of the sensors doesn't allow to drive them into the earth. Thus, development of a method, a sensing device and a system which would allow measuring the heat flow destiny efficiently by inducting the sensor into the soil is of immediate interest.

For the measurements of the heat flow density various methods are used, which are stated in works by Nunner V., Stushin N. G., Perry K. P., Lelchuk V. L., Witte A. B. and Harper E., Kuznetsov L. A., Sergiyevskaya T. G., Maltseva V. V., Piits and

Leppert and others. More advanced method of measuring is the gradient method, which is based on the basic Fourier conduction law.

It is this method that is used most commonly in off-the-shelf (commercial) devices and systems. This method is employed for measuring of the terrestrial heat flow. At this time the well is drilled, the soil hole is recovered, sensors for measurement of temperature's gradient are run into a well. This modification of the method can not be used in conducting of the energy audit of heating because of complexities of the implementation.

It is found out, that for measuring heat flow destiny in soil from internal sources of heat, such us heating mains, for an exception of influence of daily air temperature range and other factors, it is necessary to bury sensors at least under 0,5 m of soil.

The gradient method based on consecutive measurement of temperature gradient and thermal conductivity of soil by RTD multipoint sensor with tubular structure of the immersed type allows to measure heat flow destiny in bank yard from internal heat sources.

Primary converter of heat flow destiny in bank yard is realized in the form of the three-zonal resistance temperature detector, where two zones are used for measuring of temperature gradient in soil, and the third zone located between them - for measurement of thermal conductivity of soil. At this time it is necessary to provide small in radial and big in axial thermal resistivity between sensitive elements and environment to decrease methodical error of measurements and delayed action of the converter. For this reason the latter have to be made in the form of single-layer coils, spread throughout the length of the thermal converter, which are adjacent to an internal surface of a protective tube.

The measuring system with a three-zonal resistance thermal converter of a tubular structure, the principles of its constructions, models and technique of identification of its measuring channels allow to perform measurements of heat flow destiny in bank yard in the field and in real time scale with no less than 0,1 W/m2 flow density resolution.

For graduating and checking of measuring system, the laboratory source of a thermal stream can be used, where heat metric installation represents the extended cylinder and it is filled with the dry washed-out river sand. The control system of a heat flow density is executed in the form of the multichannel temperature stabilizer with the interconnected blocks of automatic control and the combined sensors of temperature and heaters in the form of resistance temperature converters.

The underlying features of the classification of the heat flow density measurement are methods as follows: measuring station, nature of thermal process, a form of the measuring sensor and the principle of measurements realized by the sensor.

Taking into account measuring stations, the methods are divided into two groups: those intended for measurements of area density of a heat flow and those used in volume of the studied environment.

The methods intended for measurements of area density of a thermal stream don't reflect values of a heat flow in volume of the studied environment since the superficial heat flow substantially depends on changes of conditions of environment,

such as daily fluctuations of temperature, change of heat-conduction coefficient from a surface in environment, humidity.

Methods of measurements of a heat flow density in volume of the studied environment are more accurate due to a less effect of changes of environment parameters.

Depending on the measured heat flow volatility, methods can be divided into 2 groups: stationary and non-stationary.

Stationary methods are applied at small volatility of a thermal stream, usually implemented under controlled conditions, and for this reason they possess a rather high accuracy of measurements. The non-stationary methods are intended for measurements of constant and time-varying streams.

By the principle of measurements the methods can be divided into calorimetric, electrometric and gradient. The calorimetric and electrometric methods are often used in sensors of a heat flow of flat type and applied to measurements of area density of a heat flow. The gradient methods can be used both in flat and in cylindrical (needle) sensors, which expands their application opportunities. In the flat sensors, implementing the gradient method, the sensor itself is used as the measuring environment, and in cylindrical ones the studied environment can be employed.

References

1. *Никитин, К. А.* Исследование градиентного датчика малых тепловых потоков в грунте / *В. А. Куликов, К. А. Никитин* // Интеллектуальные системы в производстве. −2010, №2(16). – С. 186-192.
2. *Никитин, К. А.* Канал измерения температуры высокого разрешения / *В. А. Куликов, К. А. Никитин* // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. −2013, №1(57). – С.100-103.
3. *Никитин, К. А.* Метод исследования тепловых процессов в грунте, обусловленных внутренними источниками теплоты / *В. А. Куликов, К. А. Никитин* // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. –2015, №4(68). – С.50-53.
4. *Куликов А. В.* Разработка малогабаритных термопреобразователей сопротивления для систем температурной диагностике в судебной медицине: автореф. дис. … канд. техн. наук. – Ижевск, 2006. – 24 с.
5. *Куликов А. В.* Методика измерения термического сопротивления термопреобразователей / *В. А. Куликов, А. В. Куликов, В. Н. Сяктерев* // Приборостроение в XXI веке. Интеграция науки, образования и производства: Тр. науч.-техн. конф. (Ижевск, 13-14 апреля 2004 г.). –Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2005. –С. 389−394.

M.S. Konovalov [1,2], e-mail: maksim.kov@mail.ru;
V.P. Shenogin [2], Dr.Sc., Prof.

[1]Open Joint Stock Company "Research Institute of metallurgical technology"
[2]Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Vocational Education
"Kalashnikov Izhevsk State Technical University"

Modeling the optimal configuration of small diameter piercing plug

Abstract: The mathematical model for determination the optimal configuration of the piercing plug with small diameter was developed. The program was written in Visual Basic 6.3 on the basis of the mathematical model. The optimal configuration of the piercing plug for manufacturing of pipes with an inner diameter of 30 mm on the screw insertion mill type PVP-120 was proposed.

Keywords: piercing plug, configuration, modeling

Introduction

A lot of works have been devoted to the production of hot-rolled seamless pipes so far, for example, [1 – 13]. The analysis of these works was conducted and identified the following basic ways to affect the stability of piercing plugs:

– the selection of chemical composition of piercing plug materials;

– application of producing blanks method for launching piercing plugs;

– application of special types of treatment (thermal, thermomechanical, chemical and thermal, mechanical, etc.);

– the selection of the operating mode of the piercing plugs;

– the configuration of the piercing plugs.

The optimal configuration of piercing plugs is of particular interest as this method is the least expensive. The work [4] describes the features of piercing plug calibration in details but a mathematical justification of choosing calibration plugs for production pipes with an inner diameter of 6 mm to 30 mm was not provided. But the authors [4] mentioned that the length of such plugs must be smaller than the distance between the contact point with the workpiece sewn on the input line and the point of disconnecting the metal billet by the mandrel from the line. It also indicates that the diameter of the plug sizing portion should be by $0.15 \div 0.20$ mm smaller than the diameter of the hollow holes and converging from the hollow shell by the plug near roll is the beginning of the cylindrical portion, for length of $8 \div 12$ mm.

Selection of the optimal mandrel geometry is especially topical when the plug is subjected to high stresses from the sewn blanks from highly alloyed steels and alloys, for example, corrosion-resistant steels and alloys.

Thus, the objective of this work was to develop a mathematical model to determine the optimal configuration of the small-diameter piercing plug, and the creation on its basis of the program, which allows to offer optimal plug configuration designed for pipe manufacturing with inner diameter of 30 mm on the screw insertion mill type PVP-120.

Development of the mathematical model

Given that the ovalization workpiece exists for the piercing process that it allows to allocate a section along the rolling axis. The centers of the rolls and the piercing plug rotation axis lie in this section (Fig. 1). The greatest load on the plug from the sewn blanks are also in this section. Given the fact that the plug is symmetrical relatively to the rotation axis, the configuration of the plug can be represented as a function *f(x)*. This function describes the border piercing plug in the cross-section in Fig. 1.

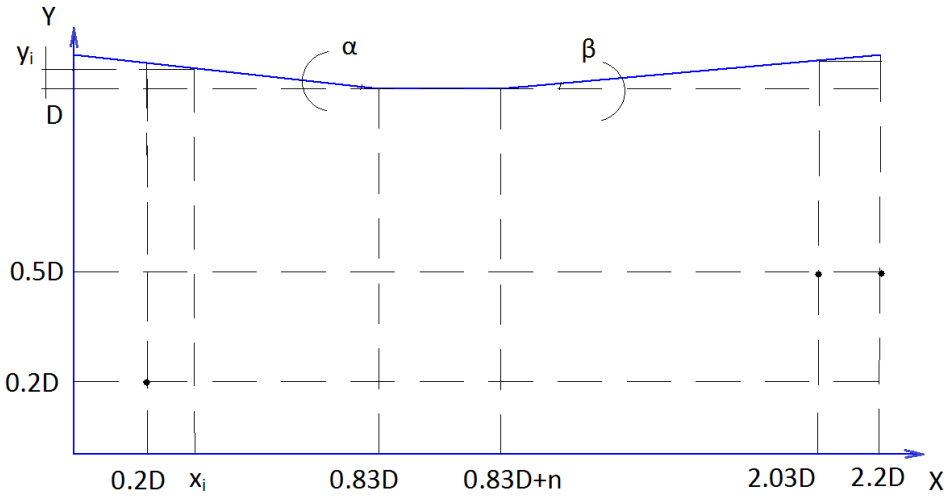


Fig. 1. The cross-section along the rolling axis

Based on the recommendations given in [4], experiences and features of operation VFR-120 mill to JSC "NIIMT" the following basic data for the construction of a mathematical model was identified:

– the length of the cylindrical roll-off part should be 4 ÷ 6 mm (~ 0.17*D*, where *D* – diameter used in JSC "NIIMT" piercing plugs);

– the nose piece should be mild (length and height of the steep climb up 0.2*D*);

– the plug advance should be long 0.83*D*;

– hardening sewn workpiece metal is not taken into account, as the metal is in the superplastic state and is to be heated further by the friction of the tool, which reduces its yield point.

Thus, three regions of the cross-section in Fig. 1 was considered to determine the function *f(x)* that describes the border of the plug representing the optimum configuration. Region I is along the x-axis from 0 to 0.2*D*. Region II is along the x-axis from 0.2*D* to 2.03*D*. Region III is along the x-axis from 2.03*D* to 2.2*D*.

The basic idea is that the load on the piercing plug perpendicular to its axis by the sewn workpiece should increase uniformly and linearly from the start of each region in Fig. 1 and up to its end. This condition is equivalent to the deformation ratio ε of the sewn workpiece for each point x_{i+1} on the axis of the piercing plug greater than at any point x_i in a constant amount.

For the region I the overall deformation ratio was calculated from the formula (1), found by means of the solution of equation (2) with the boundary conditions (3), which are determined by the structure (Fig. 1)

$$\varepsilon_1 = \left(1 - \frac{(1+0.63\cdot\tan(\alpha))^2 - 0.04}{(1+0.83\cdot\tan(\alpha))^2}\right)\times 100\% \qquad (1)$$

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon = \dfrac{S_j - S_i}{S_j}\times 100\% \\ S_i = \pi(R_i^2 - r_i^2) \\ S_j = \pi(R_j^2 - r_j^2) \end{array}\right\} \Rightarrow \quad \varepsilon = \left(1 - \frac{(R_i^2 - r_i^2)}{(R_j^2 - r_j^2)}\right)\times 100\% \qquad (2)$$

$$\left.\begin{array}{l} R_j = D + y_j \\ y_j = 0.83\cdot D\cdot\tan(\alpha) \\ r_j = 0 \\ R_i = D + y_i \\ y_i = 0.63\cdot D\cdot\tan(\alpha) \\ r_i = 0.2\cdot D \end{array}\right\} \quad (3)$$

where ε_1 – the deformation ratio in region I, %; α – entry angle between the line parallel to the axis of rotation of the piercing plug and the edge of the roll, deg; ε – the deformation ratio, %; S_i – the end area, mm^2; S_j – the initial area, mm^2; R_i – perpendicular to the plane S_i of rotation of the piercing plug axis to the point on the parallel line tangent pinch roll, mm; R_j – perpendicular to the plane S_j of rotation of the piercing plug axis to the point on the parallel line tangent pinch roll, mm; π =3.14; D – the diameter of the piercing plug, mm; y_j – perpendicular to the plane S_j of the line parallel to the axis of rotation of the piercing plug and related pinch rollers to the roll border, mm; r_j – perpendicular to the plane S_j of the axis of rotation of the piercing plug to its boundary, mm; y_i – perpendicular to the plane S_i of the line parallel to the axis of rotation of the piercing plug and related pinch rollers to the roll border, mm; r_i – perpendicular to the plane S_i of the axis of rotation of the piercing plug to its boundary, mm.

For the region II the overall deformation ratio was calculated from the formula (4), found by means of the solution of equation (2) with the boundary conditions (5), which are determined by the structure (Fig. 1)

$$\varepsilon_2 = \left(1 - \frac{\left(1+\left(1.2 - \dfrac{n}{D}\right)\cdot\tan(\beta)\right)^2 - 0.25}{(1+0.63\cdot\tan(\alpha))^2 - 0.04}\right)\times 100\% \qquad (4)$$

$$\left.\begin{array}{l} R_j = D + y_j \\ y_j = 0.63\cdot D\cdot\tan(\alpha) \\ r_j = 0.2\cdot D \\ R_i = D + y_i \\ y_i = D\cdot\left(1.2 - \dfrac{n}{D}\right)\cdot\tan(\beta) \end{array}\right\} \quad (5)$$

$$r_i = 0.5 \cdot D$$

where ε_2 – the deformation ratio in region II, %; n – the length of the pinch rolls, mm; β – exit angle between the straight line parallel to the axis of rotation of the mandrel, and the edge of the roll, deg.

By design, the function $f(x)$ at each simulation step corresponds to $f(x_i)$, which is identically equal to r_i from the equation (2). Thus, $f(x_i)$ in each simulation step in region I defined by (6) in accordance with (2) and the construction conditions (7).

$$f_1(x_i) = \sqrt{R_i^2 + (R_j^2 - r_j^2) \cdot \left(\frac{\varepsilon_1 \cdot x_i}{100 \cdot L_1} - 1 \right)} \qquad (6)$$

$$\left.\begin{aligned} R_i &= D \cdot (1 + 0.83 \cdot \tan(\alpha)) - x \cdot \tan(\alpha) \\ R_j &= D \cdot (1 + 0.83 \cdot \tan(\alpha)) \\ r_j &= 0 \\ \varepsilon_1 &= \left(1 - \frac{(1 + 0.63 \cdot \tan(\alpha))^2 - 0.04}{(1 + 0.83 \cdot \tan(\alpha))^2} \right) \times 100\% \\ L_1 &= 0.2 \cdot D \end{aligned}\right\} \qquad (7)$$

where x_i – distance from the end of the piercing plug to the point i, mm; L_1 – region I length, mm.

The function $f(x_i)$ in each simulation step in region II defined by (8) in accordance with (2) and the construction conditions (9).

$$f_2(x_i) = \sqrt{R_i^2 + (R_j^2 - r_j^2) \cdot \left(\frac{\varepsilon_2 \cdot (x_i - 0.2 \cdot D)}{100 \cdot L_2} - 1 \right)} \qquad (8)$$

$$\left.\begin{aligned} R_i &= D + y_i \\ R_j &= D \cdot (1 + 0.63 \cdot \tan(\alpha)) \\ r_j &= 0.2 \cdot D \\ \varepsilon_2 &= \left(1 - \frac{\left(1 + \left(1.2 - \frac{n}{D} \right) \cdot \tan(\beta) \right)^2 - 0.25}{(1 + 0.63 \cdot \tan(\alpha))^2 - 0.04} \right) \times 100\% \\ L_2 &= 1.83 \cdot D \end{aligned}\right\} \qquad (9)$$

where before pinch rolls $y_i = (0.83 \cdot D - x_i) \cdot tg(\alpha)$, at pinch rolls $y_i = 0$, after pinch rolls $y_i = (x_i - 0.83 \cdot D - n) \cdot tg(\beta)$; L_2 – region II length, mm.

The function $f_3(x_i)$ in each simulation step in region III was defined as the straight line parallel to the axis of rotation of the piercing plug, and $f_3(x_i) = 0.5 \cdot D$.

The implementation of the resulting mathematical model in the Visual Basic 6.3

Fig. 2 shows the results of modeling the piercing plug optimal configuration, which is intended for the production of pipes with internal diameter of 30 mm on the screw insertion mill type PVP-120.

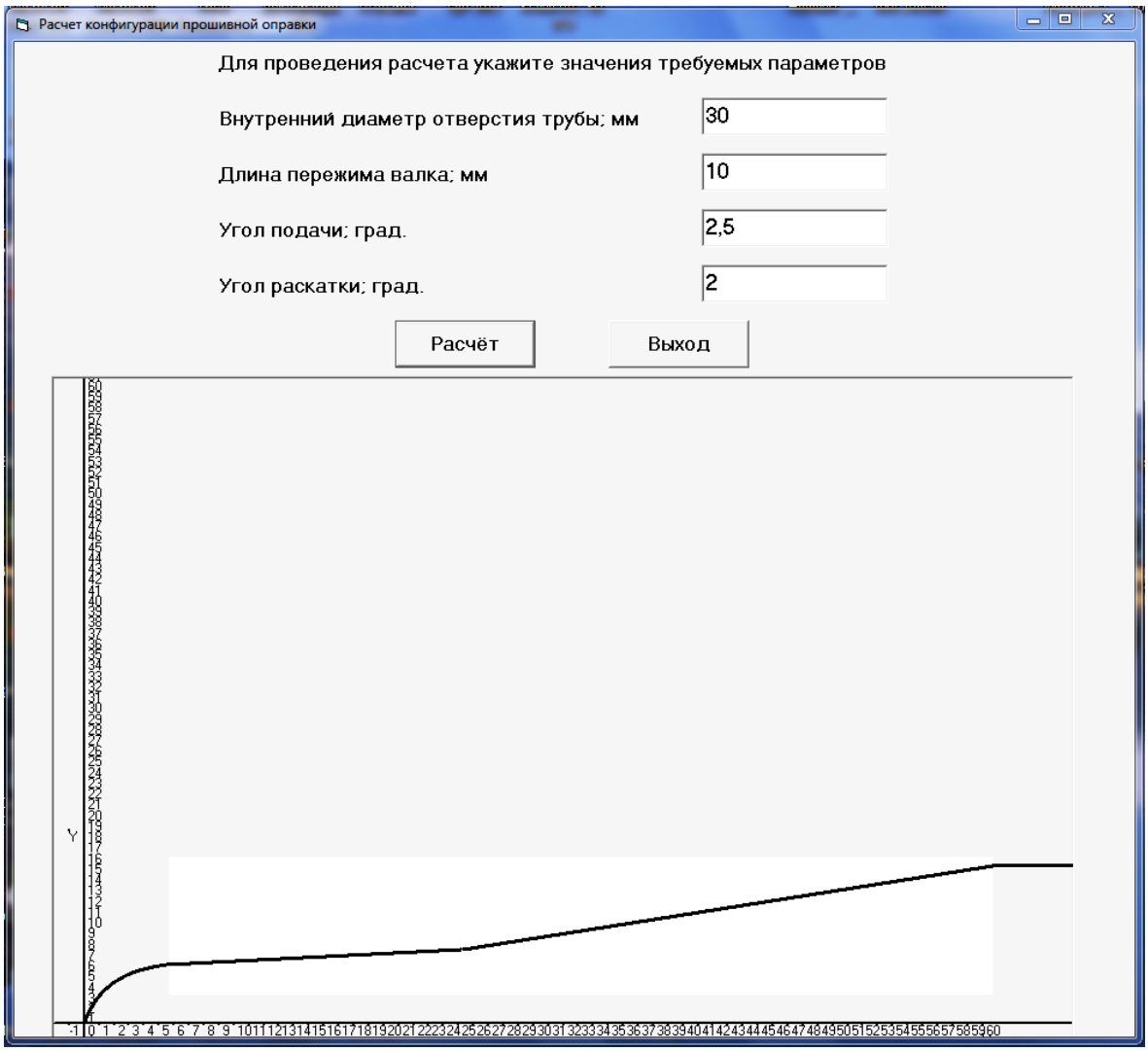


Fig. 2. The result of the simulation

Conclusion

Thus, the following results were obtained as a result of the work:

– the mathematical model to determine the optimal configuration of the small-diameter piercing plug was worked out;

– the program in Visual Basic 6.3, allows to offer the mandrel optimal configuration intended for the manufacture of pipes with an inner diameter of 30 mm on the screw insertion mill type PVP-120 was written;

– the optimum configuration of the piercing plug for pipe manufacturing with an inner diameter of 30 mm on the screw insertion mill type PVP-120 was proposed.

Bibliography

1. *Сазоненко И.О., Земцов В.А., Юрчак А.Н.* К вопросу повышения стойкости оправок прошивных станов //Литье и металлургия 4(68), 2012. С. 135 - 138.
2. *Данилов Ф.А., Глейберг А.З., Балакин В.Г.* / Горячая прокатка и прессование труб. Издание третье, переработанное и дополненное. - М.: Металлургия, 1972. 576 с.

3. Патент RU 2446024 C2, кл. B21B25/00, кл. C23C4/04, кл. C23C4/02, 2008 г. Прошивная и прокатная оправка, способ восстановления этой прошивной и прокатной оправки и технологическая линия для восстановления этой прошивной и прокатной оправки.
4. *Вавилкин Н.М., Бухмиров В.В.* / Прошивная оправка. - М.: МИСиС, 2000.
5. *Шапиро И.А., Хавкин Г.О., Бородский В.М.* Повышение эффективности оправок прошивных станов // Сталь, 2009. №9. С. 75 - 76.
6. *Романцев Б.А., Матыко О.К., Гончарук А.В. и др.* Повышение износостойкости оправок прошивного стана // Изв. вузов. Черная металлургия, 2008. №11. С. 16 - 19.
7. *Kazim Serin, Hans Joachim Pehle* Improved service life of hot forming tools in seamless tube plants // Stahl und eisen 134 (2014) Nr. 11.
8. Patent US 6202463 B1, cl. B21B19/10, cl. B21B25/00, cl. B21B19/04, 2001. Plug and mandrel bar for seamless steel pipe rolling operation for manufacturing seamless steel pipe.
9. Patent US 5031434 A, cl. B21B25/00, 1991. Plug for manufacturing seamless steel pipe.
10. Patent US 4466265 A, cl. B22D19/06, 1984. Compound tool for hot-working.
11. Patent CN 102284777 A, cl. B23K10/02, cl. B23K37/00, 2011. Seamless Steel puncher head surfacing intensive methods.
12. Патент RU 2508173 C1, кл. B21B25/00, 2011 г. Способ изготовления инструмента для горячей деформации.
13. Patent DE 102014000461 A1, cl. B21B25/00, 2015. Innenwerkzeug für die Herstellung nahtloser Stahlrohre.

Maksimova V.V., Master Student, e-mail: mvv712@mail.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

To the question of the development of a software module for calculating the seasonality index and prediction of salesability

Abstract: the market software modules for calculating the seasonality index and prediction of sales ability is researched, comparative description of the main existing modules is done, the advantages and disadvantages of existing solutions are identified, objectives for the development of a software module are formulated.

Key words: software module, seasonal goods, the index of seasonality, forecasting sales of goods, sales of goods.

For the last 10 years, we can see a clear trend for the development of small and medium business in the service sector. The brightest example of it, the restaurant business is. One of its features is special management system, which controls goods, finance, staff and clients.

The analysis of this sphere shows that one of the effective works' constituent is the right process of purchasing and transportation (or preparation) of procurements. What with it, the necessity of creation of information system arises [1]. However, this system must automate the process of seasonal index' calculation up to one hour. In turn, it will allow producing not only purchase of goods with high accuracy, but it will allow making the forecast of future sales. Automatization of processes will permit to unify our program for any corporation worked with restaurants.

The father analysis of literature shows that there are main programs on the territory of the Udmurt Republic nowadays:

- Traktir: Standart plus;
- Kamin: Obchepit 3;
- Guscom;
- R-keeper.

Let us consider each program in details. Start with considering Russian programs.

The first program is “Traktir: Standart plus”. It is a typical solution, which is designed to automate the catering. Some functions of this program are:

- the ability to account for seasonal norms bookmarks of products in food;
- accounting of products and foods with controlled percentage of margins in the quotation of the retail price on the dish;
- warehouse control of availability and distribution of products in the context of the range and storage sites.

The advantage of this program complex is keeping information about sold goods per shift, and execution of calculation cards in the form of documents makes the calculation costs, simplifies data entry and facilitates the work of warehouse. The disadvantages are high cost and absence of integration with other products [2].

“Kamin: Obchepit 3” is designed to automate the catering business. This configuration allows:

- keeping records of income, write-offs, production and sales of products and foodstuffs;
- keeping recipes’ lists and cooking techniques according to collections of technical and technological maps;
- accounting the seasonal factors in the calculation of consumption of raw materials, the output of semi-finished and finished products.

The advantage of this configuration is the ability to work in a mode of managed applications. The disadvantage is the mandatory installation of the platform ”1C: Enterprise 8.2”, which pushes the restaurant’s leaders on the additional cost of a license 1C [3].

The next programs are foreign complexes, and that is why they are more famous.

The program complex Guscom is modern software, which is designed for restaurants, cafés and fast food. An important feature of it is the ability of management and accounting. This feature provides accurate information to date. The flexibility of

the program allows you to use its features in accordance with the user's needs and qualifications. Some functions of this program are:

- system of in-line control, which allows controlling the situation and verify reports on any unit and the employee for any period;
- control module of staff time allows time tracking, monitoring the arrival, departure, lunch breaks and absence for reasons, which are configurable by administration;
- work with client cards and/or centralized encashment [4].

The software package R-Keeper is a professional automation system for catering. For the automation of warehouse management StoreHouse is used. It allows you to fully control the production management process in restaurants, cafes and fast food restaurants. StoreHouse is compatible with 1C:Accounting. This fact makes it possible to automatically generate a transaction log and a journal entry. The specialized OLE-server provides an immediate access to data, which simplifies the interaction of these two programs. The R-Keeper features include:

- automatic synchronization of directories;
- management of databases by the server;
- ability to create MCR-algorithms and checking their work in a separate directory [5].

The total comparative table 1 was formed on the based on the analysis of software systems. An express analysis, set out in Table 1, showed that the program module for the calculation of the seasonal index is built only in the software package ”Traktir: PLUS standard 4.4”.

Further investigation of this system has shown that the introduction of the complex for the newly opened institutions is too costly (the cost of a license for one workplace - 56000 rubles). Also among the main weaknesses include the inability to integrate additional software complexes or commercial equipment.

Table. **Total comparison**

Characteristic	Program software			
	Traktir: Standart plus	Kamin: Obchepit 3	Guscom	R-keeper
Product accounting	+	-	+	-
Seasonal factor accounting	+	-	-	-
Individual rights of system’s using	+	+	+	+
Additional reports	+	+	+	+
Check printing	+/-	+/+	+/+	+/+
Cashless payment	-	-	+	+
Connecting additional commercial equipment	-	+	+	+

In conjunction with the foregoing we can conclude that for improving the efficiency of any enterprise it is needed to create own universal software package that allows the seasonal index calculation up to one hour. Therefore, to achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

1) carry out an analysis of studies conducted in this area;

2) carry out an analysis of software modules for the calculation of the index and the seasonal forecasting product sales;

3) develop the basic model and the interface module (object-oriented model, the mathematical model);

4) establish the program module;

5) carry out the implementation of the module in the company's activities;

6) test the module based on the company within six months.

References

1. *Чухланцев Е.С., Максимова В.В.* К вопросу о выборе системы управления складом сети ресторанов. // Актуальные вопросы менеджмента современной организации – 2015. С.157-160.
2. Официальный сайт компании ТРАКТИРЪ http://traktir.ru (Дата обращения: 03.03.2016).
3. Официальный сайт компании Камин http://www.kaminsoft.ru (Дата обращения: 03.03.2016).
4. Официальный сайт компании Guscom http://guscom.by/rus (Дата обращения: 03.03.2016).
5. Официальный сайт компании R-keeper http://www.r-keeper.ru (Дата обращения: 03.03.2016).

Moskvin N.V., Master's degree student, e-mail: mikta93@mail.ru
Strizhak V.A., PhD in Engineering, Supervisor

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The sensitivity of the acoustic searching method for through holes

Abstract: The paper considers the process of acoustic waves interaction in an air waveguide with a circular through hole of the waveguide solid, its mathematical modeling is carried out.

Key words: acoustic reflectometry, acoustic impedance of a pipe, wave guide solid, thin-walled pipes

It is often impossible to solve the technical task of monitoring the geometry of the internal cavity of the pipe by classical methods (ultrasonic, magnetic control and other NDT's control methods [5,2]) due to the complex geometry of pipes with bends and changes of section, or because of the features of the pipe wall material. An alternative method of solving these issues of control is the acoustic reflectometry. The method is based on entering the acoustic signal into the cavity of the pipe and analyzing the reflected pulses caused by geometric deviations of the pipe profile (Fig.1). The type of defect is determined by the shape of the reflected signal, location of the

defect according to the pulse reception time. Scientifically grounded selection of parameters of the acoustic path provides the versatility and high sensitivity of the method.

The condition of acoustic wave transmissions in the pipe is $\lambda/a>>1$ [4], where a is the diameter of the pipe, λ is the wavelength. In this case, the pipe is considered to be an acoustic waveguide, and the processes of propagation and reflection of acoustic waves can be considered within the theory of acoustic waveguides [3, 6]. Peculiarities of acoustic waves propagation in waveguides with respect to the annulus of producing wells, and principles of the acoustic duct modeling are presented in [4].The mechanism of interaction with the transverse run-out in a long tube, closed by an absolutely rigid wall is considered in [1].

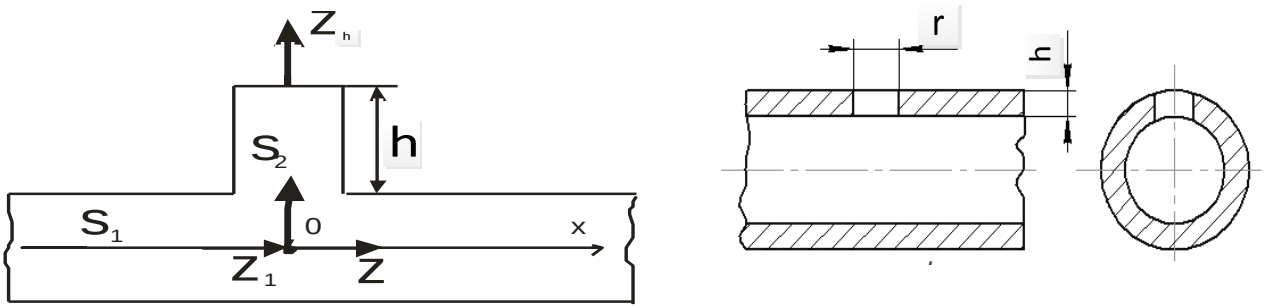
Calculation of acoustic wave interaction with a circular hole in the waveguide solid was carried out by the impedance method [3, 7]. Z_{ac} acoustic impedance of a pipe is the ratio of the mechanical impedance to the square cross-sectional area of the pipe [3].

$$Z_{ac} = \mathrm{Z} / S^2. \quad (1)$$

In accordance with this method, each portion of the pipe filled with a gas is assigned the value of the acoustic impedance depending on the gasproperties, frequency of the acoustic pulse and the pipe sectiongeometry.For acoustic waves in pipes and waveguides, the common solutions of hydrodynamics can be used [3].

The pipe section with a hole is considered as a thin film ($\lambda/d>>1$, where d is the hole diameter [4]). For the case of small losses of acoustic pressure through the hole in the wave guide solid the dependence is ($d<<a$).The acoustic impedance at the junction point similar to the electrical circuit with parallel connection is equal to (Fig. 1a) [3]:

$$Z_{ac} = \left(\mathrm{Z}_{1ac} \cdot \mathrm{Z}_{2ac}\right) / \left(\mathrm{Z}_{1ac} + \mathrm{Z}_{2ac}\right). \quad (1)$$



(a) (b)

Fig. 1. Distribution of acoustic impedances Z_{ac} at the junction point from the pipe branch with the open end (a), the model with controlled parameters (b)

If the pipe is long enough, its acoustic impedance is [3]:

$$\mathrm{Z}_{1ac} = \rho c / S_1, \quad (3)$$

where is the air density, $c$is the sound velocity in air.

For the pipe branch with the open end having the length h the mechanical impedance Z_h at the branch end is determined by the formula [3]:

$$Z_h = \frac{\pi \rho f^2 S_2^2}{c} + i 4\pi \rho f r^3, \quad (4)$$

where the real part of Z_h is determined by internal parameters of the branch pipe; and its imaginary part is determined by the added mass of the air near the branch pipe, f is the frequency of the acoustic waveoscillation, r is the branch pipe diameter. The input mechanical impedance to the branch pipe in the case of weak damping is [3]:

$$Z_1 = S_2 \rho c \frac{Z_L \cos(kh) + i \cdot S_2 \rho c \sin(kh)}{S_2 \rho c \cos(kh) + i \cdot Z_L \sin(kh)}, \quad (5)$$

where $k=\omega/c$ is the wave number.

The reflection coefficient V from the place of branching (x=0) is [3]:

$$V = \frac{Z_{a\kappa} - \rho c / S_1}{Z_{a\kappa} + \rho c / S_1}. \quad (6)$$

According to formulas (5) and (6) the maximum reflection will be achieved, if $cos(kh) = 0$, $h = \lambda / 4$, that is, in air (at sound velocity 340 m/s) $f = c / 4h = 500 Hz$ is the condition of acoustic waves transmission in the pipe is fulfilled.

In calculations we used the sine wave:

$$P = P_0 \cdot^{\lambda P \cdot t} \cdot \sin(\omega f \cdot t) \quad (7)$$

where λP is the attenuation factor of the probe pulse, ωf is the cyclic frequency, P_0 is the amplitude of the probe pulse.

Thus, according to [4] and formulas (4)-(6) the process of acoustic pulse propagation in the pipe is frequency dependent. Using the transfer function from [4] and the formula (6) the spectral density of echo pulse reflected from round holes, and the spectral density of the echo from the open end of the pipe are expressed(the reflection coefficient from the open end of the pipe is taken as -1).The following initial conditions were used in calculations: the sound velocity in air – 340 m/s, the ambient temperature is 200 ºC, humidity is 0 %.The model of the probe pulse is a damped sinusoid [4].Thus, according to the pulse spectra found in this way and using the inverse Fourier transform the echo pulses from open holes and the open end of the pipe were calculated. Once the signal was restored, we got a new signal with the amplitude P.

Fig.1b presents a model of pipe with the main control parameters that are present in the calculations.

Further, the amplitude of the damped signal was considered as the amplitude ratio P/P_0.

To demonstrate the problem solution, the dependence of the ratio of signal amplitudes to the radius of the hole r (Fig. 2) was considered. In addition, the reverse problem was similarly considered, that is, the dependence of the ratio of the signal amplitudes to the pipe wall thickness h, the pipe with the diameter 57 mm at a frequency of 500 Hz (Fig. 3).

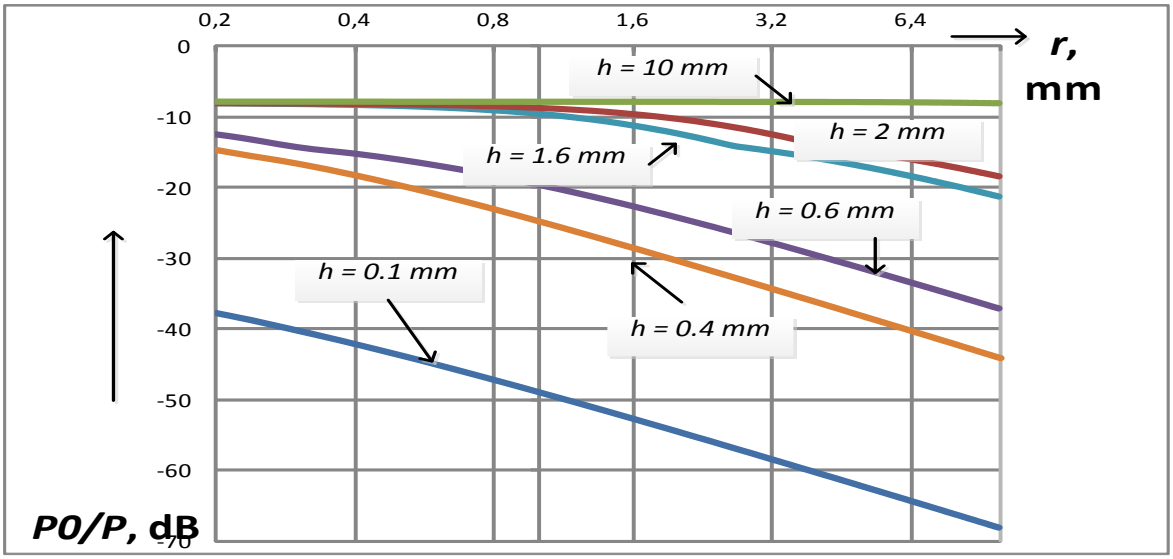


Fig. 2. Calculated values of the ratio of the amplitude reflected from an artificial reflector to the bottom pulse for pipes with different wall thicknesses

According to the calculations results (Fig. 2), the pipe wall thickness h= 0,1 mm has its maximum at the amplitude P/P_0= –38 dB. By contrast, the pipe wall thickness h= 10 mmispractically linear, and the amplitude maximum is P/P_0 = –9 dB.

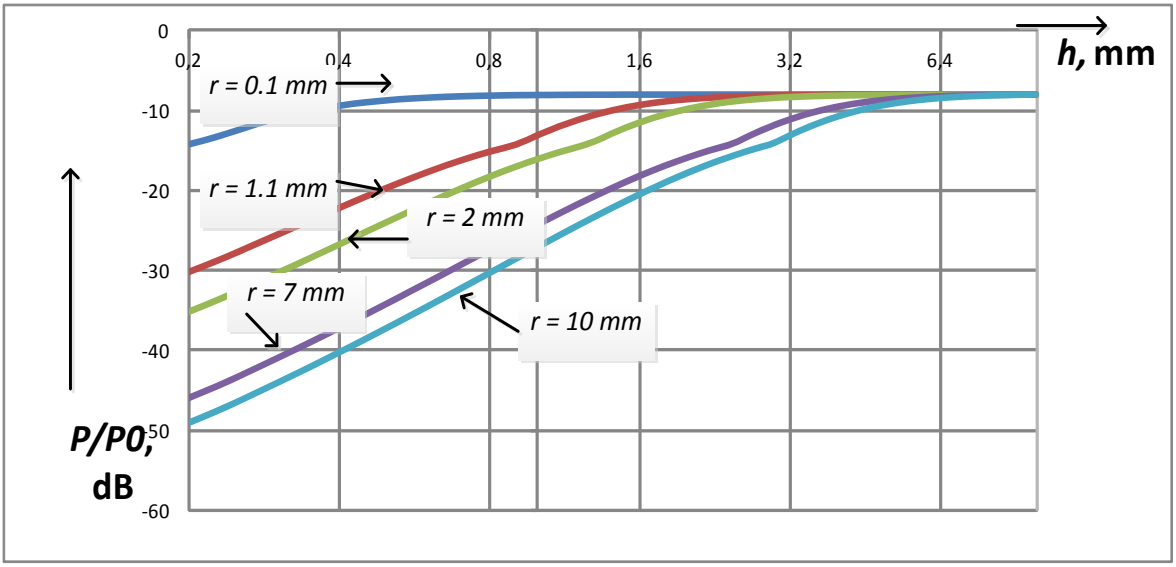


Fig. 3. Calculated values of the ratio of the amplitude reflected from an artificial reflector to the bottom pulse for tubes with different radiiof holes

Thus,the analysis model in programm software MathCad 14 was created.After mathematical calculations, this model can clearly show us the character of the amplitude of signals in the pipe within the variation of geometrical parameters of the pipe (wall thickness of the pipe and radius of the through hole). Increase of the signalamplitude while decreasing the pipe wallthickness is observed.This implies that it is much more effective to control the thin-walled pipes than the pipes with a thicker wall.

The study was performed by the grant of Russian scientific Foundation (project No. 15-19-00051).

References

1. JamesCarneal. Acousticreflectometryfordeterminationofwaveguidegeometry/ JamesCarneal, MartyEJonson, Brad Batton// Active – Adelaide Australia, 2006 – p. 8-12.
2. MultiScan MS5800 for pipe control [Electronic resource]// Olympus. Flawdetectors.Accessmode: http://www.olympus-ims.com/ru/ms-5800-tube-inspection/
3. Acoustics in problems: Training manual for universities / edited. S.N. GurbatovaO.V. Rudenko - Moscow.: Nauka, Phizmatlit, 1996. – 336 p.
4. Budenkov G.A. Acoustics of the annular space of producing and injection wells / Budenkov G.A., Nedzvetskaya O.V., Strizhak V.A. // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2003. T. 39. № 8. – p. 571-576.
5. Muravyeva O.V. Technology acoustic waveguide monitoring of pump-compressor pipes / Muravyeva O.V., Strizhak V.A., Zlobin D.V., Murashov S.A., Pryahin A.V. // Russian Journal of Nondestructive Testing.2014. № 4 (66). – p. 55-60 (In Russian).
6. Muravyeva O.V. The effect of regular differences in a cross section on the testability of a rod tested by the acoustic waveguide method / MuravEva O.V., Strizhak V.A., Pryakhin A.V. // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2014. T. 50. № 4. – p. 219-226.

Pisarev S.A., DSc in Engineering, PhD in Economy, Professor
Farkhetdinova Y.S., Post-graduate
Farkhetdinov R.R., Post-graduate

Kalashnikov Izhevsk State Technical University.

Applying “Small arms” department ballistic complex as a component of project-based learning

Abstract: The article describes the features of “Small arms” department ballistic complex application as a component of project-based approach to develop skills and competencies of students.

Key words: education, project-based approach, the ballistic complex.

Today, it could not be found more acute problem than improving the quality of university education associated with the educational – methodical, scientific, material – technical, informational development of each university department that is dictated by the current requirements to graduate student. Under current conditions in order to withstand labor market competition, graduates not only need to possess the skills, knowledge, professional competence, but also have a number of personal qualities such as critical thinking, commitment, skills to organize their own activities.

Federal Law “About education” of the Russian Federation dated 25 December 2012 regulates the following definition of “quality of education”:

Education quality – a comprehensive description of the educational activities and students training, expressing the degree of their compliance with the federal state educational standards, educational standards, the federal government requirements and (or) the needs of the individual or legal entity in whose interest educational activities is carried out, including the degree of educational program achievement results.

Based on the educational requirements of the standard, now the University should take into account the student's wishes, respond to their needs, focusing on the student's future professional activity. The main focus of the programs implemented in the Federal State Educational Standard is placed on the competence approach.

The competence approach laid a priority focus on such goals of education as self-actualization, socialization, personality development, which determines the direction of the higher education learning process to master student’s abilities and skills become methodological providing independence of the knowledge acquisition and assimilation both general education as well as special.

For the successful mastering of the competencies it is necessary to include students in the educational process, increasing the share of their autonomy and responsibility for their own educational results. This activity will motivate students to further education by themselves, simulating future professional activity.

To achieve this goal the system of higher education in the current environment requires the active implementation of practice-oriented approach, which is based not only on the educational process, but also on the development of the individuality of student. The implementation of practice-oriented approach involves getting students not only practical, but also the general cultural and social competencies they will need for future careers.

The biggest effect of the practice-oriented approach can be achieved using the project method. Project-based learning is developing independent activities, teaches to work in a group or individually. One of the possibilities for development of this area can serve a creation of the "Small arms" department modern infrastructure, including research laboratories and design department to study weapons.

To reach that goal, the shooting gallery of "Small Arms" department was equipped with modern installation by Czech firm “Protopypa” – there was put a ballistic complex, allowing to perform a variety of laboratory works, educational research and contract independent research. The system includes a universal machine for the ballistic barrels installation, measuring frame to determine the speed of bullets and the coordinates of the contact points with the target, ballistic computer and equipment for measuring pressure parameters in the barrel, ballistic barrels for different cartridges, high-speed video camera and various accessories equipment. The exterior of ballistic complex is shown in Fig. 1.

This equipment allows to study various processes that occur in the arms. These include:

– Study of interior ballistics – the pressure rise process of powder gases and movement of a bullet in the barrel during firing;

– Study of external ballistics – a bullet in the trajectory of motion, changes its speed, stability and other parameters;

– Research work of weapons construction – automatic movement of the driving member, feeding ammunition into the barrel and eject spent cartridges;

– Study the effectiveness of fire – factors affecting the probability of hitting the target and its destruction;

– Research results, when bullets hit the target, etc...

Features of the new ballistic weapons complex can explore a whole new level of education in small arms design. For example, there has been designed a practical work about the error effect of sights construction on target aiming. This error is a part of the total sighting error targeting and significantly affects the probability of a hit. To demonstrate the students it changes depending on the type of sighting devices and their design parameters, practical work is carried out. In addition, during the execution of the work students get acquainted with the material part of the weapons, acquire skills of experimental design and processing the results.

To minimize systematic errors and random errors of measurement targeting experiment performed without making a shot in the following manner. The measurements were carried out using weapons layout with a laser pointer mounted on it, marking the point on the target, which sent weapons by pressing the trigger. Among the students are assigned "arrow", whose mission is to aim at a target and simulated shot by pulling the trigger, so that the switch on the laser pointer. At the same time on a high-speed video camera recorded the light marker appearing on the target when the laser pointer. There is produced several parallel experiments for different construction of sights. Further, the obtained video is processed, and the students determine the coordinates of points on the target plane of a marker. To facilitate this process, the target during the experiment is placed on the grid background.

After receiving the coordinates of the marker points location for various types of sighting devices are determined by their average point of impact, the variance and standard deviation points. Next, students construct graphs of the standard deviation of points on the type of impact devices and draw conclusions about the presence and extent of the impact of aiming sights construction to make a mistake and the mistake of aiming at large. Schematic diagram of the experiment is shown in Fig. 2.

Thus, project-based learning in higher education in the specialty “engineer-designer of small arms” is an immersion student in the project situation, by modeling future profession.

Project-based learning helps students to develop the skills necessary for professional tasks:

– The ability to plan, carry out and analyze the results of experiments and tests small arms and cannon and their elements;

– The ability to design automatic weapons and all elements of small arms and cannon;

– The ability on a scientific basis to organize their work independently to evaluate its performance, possession of skills of independent work, including in the field of scientific research;

– The ability to independently apply the methods and means of knowledge, learning and self-control to acquire new knowledge and skills, including in new areas not directly related to the scope of activities of social and professional competence;

– Ability to work with scientific and technical literature and electronic means of accessing and storing information;

– Ability in designing small arms and cannon, artillery, using a computer and information technology, computer-aided design;

– The ability to plan for carrying out the research, design, technology and testing work.

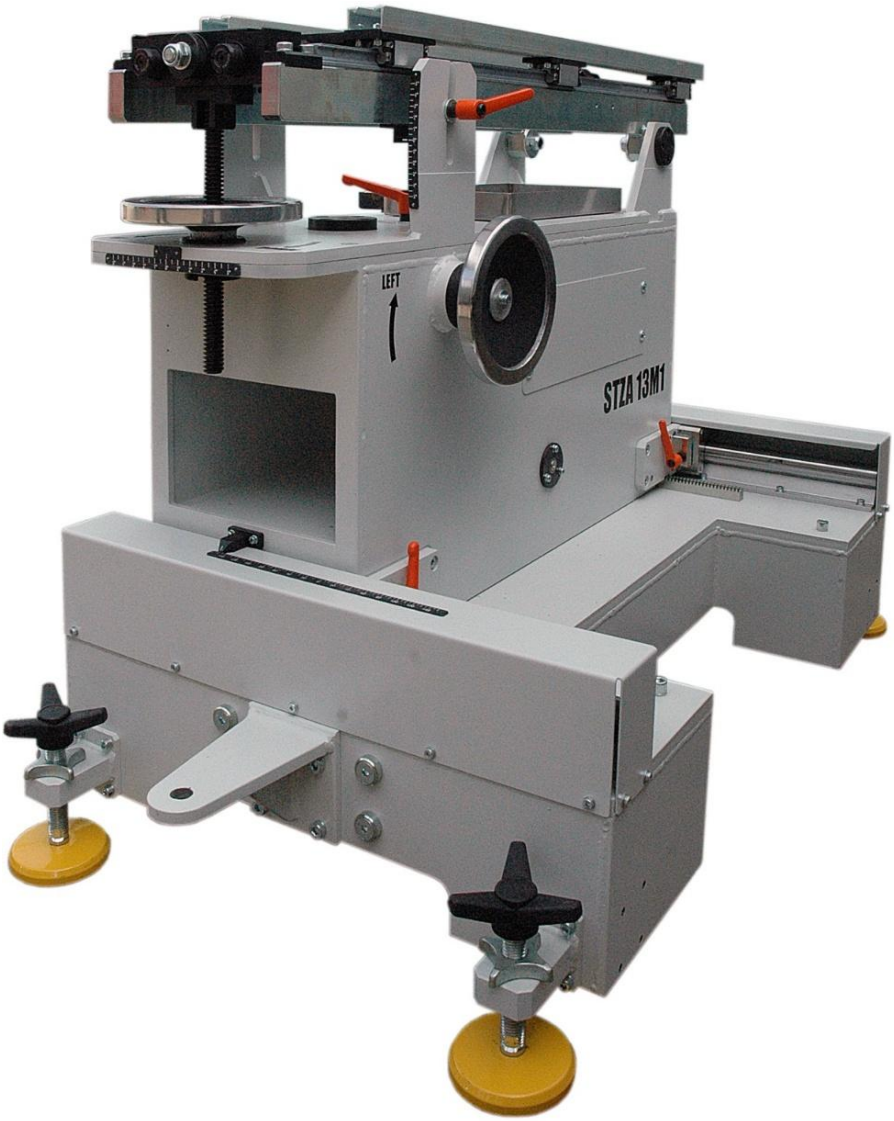


Fig. 1. Ballistic complex

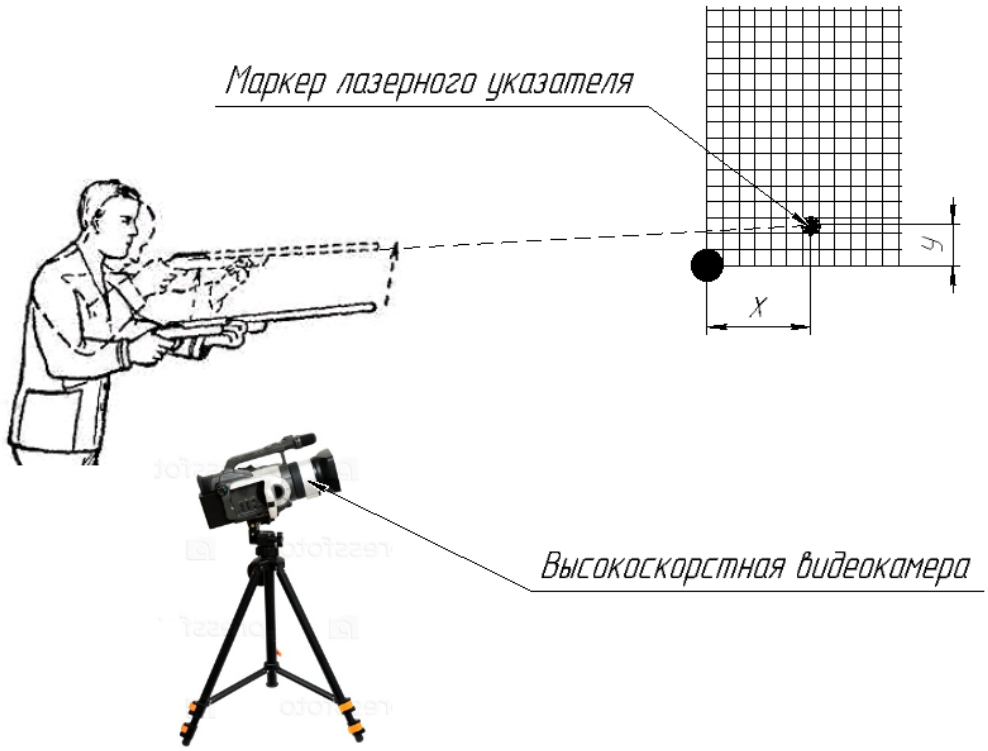


Fig. 2. Schematic diagram of the experiment is shown

A student by working on a project, understands the real processes and exploring real-world objects, acquiring at the same time not only the knowledge of the school subject, but also the personal experience of activities on the basis, which leads to the formation and further development of competences. It should be noted that the project training as pedagogical technology is designed to enhance, complement and strengthen the capabilities of traditional education, allowing to make the learning process more holistic, systemic, humanistic, meets the goals and objectives of modern education in Russia [2].

Reference

1. Federal Law “About Education” of the Russian Federation, adopted by the State Duma on December 21, 2012.
2. *Larionova O.G., Yemelyanova N.V.* Project-based learning in higher education // Problems of social - economic development of Siberia. - Bratsk, №2 2010. 109-112 p.
3. *Kislyakova Y.G.* The qualimetry technology diagnosis of students “residual knowledge” // Modeling technical systems. Innovative technologies in machine-building and instrument-making materials of the International scientific conference devoted to the 50th anniversary of Izhevsk State Technical University: 5 parts. 2002. 214-220 p.

Shuravin A.P., Master Student, e-mail: webmaster@easyprog.ru
Kalashnikov Izhevsk Technical University

Review of the Image Edge Detection Methods in Computer Vision Problems

Abstract: The article substantiates the importance and relevance of research in artificial intelligence, it concerns the computer vision, provides an overview of methods for edge detection in the picture: the method of calculating the gradient, Roberts, Sobel, Prewitt filters and Canny edge detector algorithm. It also describes the latest developments in this area such as the construction of contour based on the image skeleton obtained by using the method of least squares: it describes briefly the method of obtaining image skeleton for constructing the contour and contour search algorithm. The paper considers the method of edge detection on the basis of contour segmentation using binarization. Also, it provides examples of applying some of the described algorithms (Pervitt and Sobel operators). In conclusion, the paper formulates advantages and disadvantages of methods and puts forward the idea of how an algorithm based on segmentation and binarization can be improved to obtain a good edge detection tool.

Keywords: Edge detection, computer vision, artificial intelligence, Canny edge detector.

Introduction

One of the priority branches of research in the field of artificial intelligence can be called computer vision. In particular, the relevance of the selected object of research [1, 2, 3, 4, 5] is associated with pattern recognition.

Research of computer vision methods are relevant [2, 3, 4, 5], because the effective solving of the tasks by the robots and other automatic systems need obtaining information about their environment. One of the factors to influence artificial intelligence problem can be called the development of spatial structure of the image analysis algorithms. Image edge detection, which describes the shape of objects and their spatial arrangement, contributes to solving issues concerned with the orientation of the robot in the environment, the automatic navigation of unmanned aerial vehicles as well as other tasks related to the introduction of artificial intelligence systems [1, 6].

The image preprocessing, image edge detection as well as the influence of preprocessing on the quality of edge detection are considered as the subject of the research of computer vision.

Edge detection methods

Currently, there are two sets of methods used for image edge detection. The first group includes methods based on the calculation of the gradient, the second is on the basis of segmentation [6, 7, 8, 9].

Methods based on the gradient are related to the computation of the brightness function derivative of the image points (or other point parameters, such as color, saturation, etc.) [7, 8, 9].

The gradient is the vector:

$$\nabla = \left[\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y} \right] \quad (1)$$

where f is the function of the parameter point of the image (usually brightness) depending on its coordinates [8]. As a result of applying the formula (1) the gradient modulus is considered. In those areas of the image where there is a sharp change of brightness or color points the gradient value is maximum. On the plain areas the gradient value is near zero.

Often instead of computing the gradient convolution with various filters [7, 8, 9] is used. Let's consider the most commonly used edge detection filters.

Roberts filter. Roberts edge operator was introduced by Lawrence Roberts in 1964. It makes quick and easy calculations of two-dimensional spatial dimension in the image. This method emphasizes high spatial frequency region which often corresponds to the edges. The Roberts filter is a 2 × 2 square matrix:

$$\begin{Vmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 1 \end{Vmatrix} \quad \text{or} \quad \begin{Vmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{Vmatrix}$$

Sobel operator. This filter was introduced in 1970 by Sobel. This method uses an approximation to the derivative, which can detect the edge at locations where the gradient is the highest. The disadvantages of this method include the fact that the output image edges are somewhat noisy, because this method is more sensitive than the Roberts operator.

Sobel filter has a 3 × 3 matrix:

$$\begin{Vmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{Vmatrix} \quad \text{or} \quad \begin{Vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{Vmatrix}$$

Prewitt filter. Edge detection according to Prewitt operator was suggested in 1970. The correct decision of the algorithm was to assess the value and orientation of the edge. Even though edge detection is a very time consuming task, this approach gives very good results. This algorithm is based on the use of 3 X 3 masks, which take into account 8 possible directions, but straight directions provide the best results. The filter matrix has the form as follows:

$$\begin{Vmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{Vmatrix} \quad \text{or} \quad \begin{Vmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{Vmatrix}$$

All these filters have a number of disadvantages: low reliability (a large number of errors, false and missed the edge), imprecise localization, multiple response (there are several different lines for the same edge provides), the lack of connection [8, 9, 10]. Some of these problems are solved by **Canny edge detector**. This method is an algorithm comprising the following steps:

1. The image is blurred by Gaussian filter to remove noise.

2. It applies the edge detector, for example, one of the filters described above or by computation of the gradient.

3. Since the blurred image has also blurred edges, search for maxima of the gradient function for edge detection is carried out.

4. It links and cuts edges on the threshold. It uses the two thresholds, the upper one is applied for initialization of curves and the bottom one is used for the connection, i. e. for the continuation of the curves. This method is called hysteresis [9].

Another similar algorithm has been proposed in the work by I.O. Arkhipov, A.I. Murynov, D.A. Juferev [6]. The essence of this method consists in that the first image skeleton is constructed on the basis approximating planes constructed by the method of least squares with neighborhood of 9 neighbors for each point. Then, among the underprocessed pixel of image skeleton pixel with the highest gradient module above a defined threshold is selected. Then, the pixel is selected with the highest gradient modulus among the nine neighbors. This pixel is selected as the current, and the search continues among the neighbors. The search stops when the current pixel gradient modulus reaches 3x3 maximum in the vicinity. If it has not previously been identified as an edge, the pixel is the initial pixel in the contour line. If the pixel in the previous iterations has been declared a contour yet, the search for a new loop is repeated [6].

An alternative method of determining the edges is an image segmentation. Image areas are segmented in various ways such as by color, luminance, texture features. The edges of segmented areas are the detected contour lines. A special case of segmentation is binarization. Images points are divided into two groups (black and white points) on a specific basis, for example, on the luminance threshold. Further on, as a rule, the filling of the resulting shapes, consisting of white points, occurs. The filled figures can be classified by form based on various geometric attributes, for example, area, perimeter, elongation and so on [7].



Fig.1. The original of photograph of the experiments were conducted.



Fig. 2. The results of applying of Prewitt filter.

Examples of edge detection algorithms

To illustrate the work of the described methods, let's consider a number of examples of edge detection in aerial photographs. The original photo is shown in Fig. 1.

The results of applying different filters are shown in Fig. 2–4. The example of influence of the median filter on the quality of edge detection is shown in Fig. 5, the example of the applying of edge detection on the basis of segmentation is shown in Fig. 6.



Fig. 2. The results of applying Sobel filter



Fig. 4. The result of applying Canny algorithm from OpenCV library.





Fig. 5. Right: The result of the applying of median filtering, left: the result of applying Canny algorithm to the image after median filtering

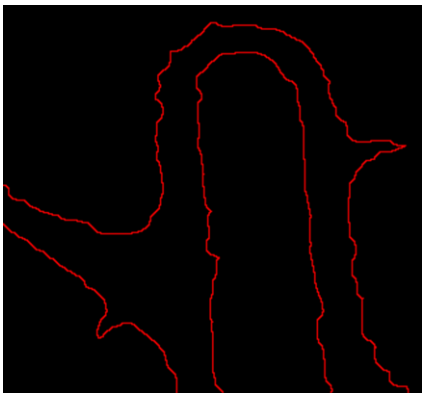


Fig. 6. The result of the contour detection algorithm by segmenting and eliminating redundant figures

Conclusion

In conclusion, it's worthwhile noting that simple filters and calculation of the gradient are not enough for qualitative edge detection, it requires more intelligent algorithms. A good result is provided by Canny method with preprocessing which removes noise and tiny details from the image as well as by edge detection based on the segmentation and its further analysis. But this approach, in addition to qualitative contour selection, has a number of significant drawbacks: slow speed and a high level of specialization of the algorithm, which makes it much less general than, for example, Canny method. Solving problems with the universality and operating speed of the algorithm will make it a good tool for the qualitative edge detection [3, 7, 8, 7].

References

1. *Holk Cruse, Malte Schilling* «States as Emergent Properties». Available at: http://open-mind.net/papers/mental-states-as-emergent-properties-from-walking-to-consciousness# (accessed 19 February 2016).
2. *Архипов И.О., Еланцев М.О.* Алгоритм выделения рамки государственного номера автотранспортного средства // Приволжский научный вестник. – 2013. – №12-1(28) – С. 30-33.
3. *Бондарев В. Н., Аде Ф. Г.* Искусственный интеллект. Учебное пособие для вузов. Издательство Севастополь, 2002 – 615 с:ил.
4. *Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю.* Проблемы технического зрения в современных авиационных системах // Техническое зрение в системах управления мобильными объектами 2010: Труды научно-технической конференции-семинара. Вып. 4 / Под ред. Р.Р. Назирова. – М.: КДУ, 2011. – С. 11-44
5. *Комаров Д.В., Визильтер Ю.В., Выголов О.В.* Разработка алгоритма автоматического обнаружения взлетно-посадочной полосы на видеоизображениях // Механика, управление и информатика. – 2012. – №8 – С. 189-194.
6. *Архипов И.О., Мурынов А.И., Юферев Д.А.* Построение контуров структурных элементов графического изображения на основе метода наименьших квадратов // Вестник Ижевского государственного технического университета имени М.Т. Калашникова – Ижевск: Изд-во ИжГТУ. – 2015. – №4(68) – С. 60-64.
7. *Muthukrishnan R., Radha M.* International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT), 3(6). — p. 259–267.
8. *Gonzalez R., Woods R.,* Digital image processing. Published by Pearson Education Inc, Publishing as Prentice Hall, 2002, p. 1072
9. *Canny J. A.* Computational Approach to Edge Detection // IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1986. – Vol. PAMI-8 No. 6 – pp. 679-698.

Trifonov A.O., Master of Engineering and Technology
Ph.D candidate of Engineering and Technology
e-mail: artemasp@gmail.com;
Tarasov V.G., Ph.D of Engineering and Technology, Professor,
email: taras_vg@mail.ru,
Faculty of Software Engineering

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Software design issues and declarative approach

Abstract: This paper describes topical issues of the software design process. The software design approach with using sequential declarative definition was reviewed. The advantages of declarative approach in a software designing process were defined. Recommendations for implementing the declarative approach in software designing process and problems decomposition process activities were listed. The solution of declarative template transitions between different levels of architectural schemas was presented.

Keywords: Software design, software architecture modelling, design process models.

Introduction

Modern information technologies development trends lead to constant increasing of the software applications complexity, developed in different economics spheres. For successful project implementation the object of design, information system, must be defined correctly, the exhaustive and consistent design models of the information system should be built. Accumulated experience of the information system's design shows that this is complicated, laborious and time-consuming work requiring highly skilled specialists involved in this process [1].

The problem of designing modern information systems may be solved by automation of the design activities. This is a priority direction of the design process development. Automated design process leads to lower costs, decrease errors, increase efficiency of the designer. Equally important advantage of the automation is reducing the entering threshold in the information systems design process for beginning designers.

The considered problem allows us to formulate the purpose of the research as follows – to develop methodologies and tools of automated design activities and tasks deriving therefrom:

- Researching models of design activities.
- Identifying problems and unresolved conflicts in the design process models.
- Representing the general scheme of the design process as a part of automated system.
- Creating a design model or completing the existing, that solves current unresolved problems of the software design process.
- Creating a laboratory stand and carrying out the experiment.
- Interpreting the received experimental results, evaluation of the effective-

ness and the validity of the affected models of the design activity.

Declarative design approach

There are two main approaches solving design problems: imperative and declarative. Imperative approach assumes designing software architecture directly in code, using imperative programming language. Declarative approach requires the creation of the declarative description of the designing program before the programming phase [2].

Can we consider a computer program as a mathematical object, which can be represented in an abstract form and prove its validity by using the evidence? This idea was defended by rationalists headed by Edsger Dijkstra [3]. They believe that the whole essence of programming is reduced to the correctly organized careful reflection. In other words, we can and must design the software to meet the criteria of correctness, and then to prove the correctness of the project, and that is enough [4]. Nowadays it is generally accepted that the program – a purely mathematical object and it may be designed in ideal form by using only properly organized thought. Emerging with difficulty due to the imperfection of designers training, rather than information design environment.

In opposition to the declarative approach, the empirics believe that people will inevitably make mistakes in identifying targets, in the development of the software architecture, in the objects implementation (data structures and algorithms) and in the code implementation. This strong belief of the fallibility directs using a design methodology, which assumes project preparation, early prototyping, pre-testing with the users participation, iterative consistent implementation, testing on an extensive set of test cases and regression testing after each change [5].

Today declarative approach penetrates the modern imperative programming languages, such as recursion, regular expressions, declarative query languages, etc. However, in contrast to the declarative languages imperative languages require a logical transition from declarative description of the project to the state of code.

Imperative languages allow solving simple problems, in terms of architecture, based on input from console, or other input device, calculating the result and sending the result to the output device. Such problems can be solved without the design phase. We call such problems “console-console”. Preparation design stages are often not necessary for these small projects or isolated subprojects because the iterative development (early prototyping and requirements clarification) is enough.

It is very difficult to describe complex tasks with required architecture designing by the imperative language without prior preparation and architecture planning. These preparation design stages are executed by the designer based on his own experience, generally accepted ideas and trends of modern software design methods and tools. Thus, these is no common method or software design guide. This problem is particularly acute for beginners and inexperienced designers.

The implementation of the automation project activities in software development can be achieved by defining methods and tools regulating the rules of declarative transition from on level of the declarative design to another, as well as through the decomposition methods usage. The entering threshold for programmers to the

new role of the software designer will be lowered.

More often, designers are people with spatial thinking, using the right hemisphere. They present information in the form of diagrams or drawings, even arbitrarily drawn by hand easier. In this case, a declarative description is a useful tool for identifying and transmitting information about the designing program. The declarative style is used for decomposition, clarification and description the system's components and tasks. It makes sense using a declarative description as long as the clarifications will not appear at a sufficient level, suitable for the developers and other participants of the designing process. The team may consist of developers with different orientation and experience level, each of them must clearly understand the idea of the project, implementation stages and expected results.

Declarative designing phase is required with different rate of detailing whether:

- the designer is not familiar with the current application architecture that will be affected in sufficient volume. Architectural changes must be agreed with other designers.
- The change occurs in a large project, a declarative description is necessary for understanding the impact of this change to the rest of the architecture, as well as documentation.
- The designer creates the architecture for the new complex software solution. It is necessary to describe the architecture, including all requirements and assigned tasks.

Declarative description becomes redundant when further clarification is not required, in other words, the declarative description contains task "console-console". Moreover, the event of the transition from the declarative description to the imperative implementation depends on the following factors:

- the designer experience.
- The level of the developers skills.
- Clearness an unambiguity of the assigned task.
- Used software development technologies.

The process of sequential declarative description and clarifying the information system design must use some formal rules, or conventional solutions. These rules can be represented as declarative templates. These templates should solve a similar problem with design patterns in imperative languages, providing the set of solutions for the frequently encountered problems in the daily job of the developer. Declarative templates are a set of rules and solutions for the problems that often arise in the software design process. These templates must define transition rules from one level of declarative architecture description to another. The rules must be applicable in both directions, as in the direction of refinement, as in the direction of generalization.

This approach also may be applied to the software testing process. Designing tests on the declarative level in parallel with the program architecture designing will allow creating tests not in the code terms, but at the higher declarative level.

The expected result of usage of the proposed methodology automation the design activity is a set of diagrams and schemas, leading from the more general to the more specific and detailed descriptions of the designing program. Finally, the sequen-

tial declarative description comes to the tasks of the “console-console” type, which can be easily implemented on an imperative language.

Conclusion

Reviewed actual problems of the software design process and the sequential declarative description software designing approach was introduced. Advantages of the declarative approach in the software designing process were defined. The solution of declarative template transitions between different levels of architectural schemas was presented.

The proposed automating methods of the software design process are focused on the development and practical applying the software engineering theory.

The implementation of this method will significantly reduce the entering threshold into the software designer role, as well as improve the quality of designed software products, as a consequence, reduce the costs of the software development and maintenance processes.

References

1. *Буч Г.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений / Пер. с англ. – М.: Вильямс, 2008 – 630с.
2. *Йордон Э., Аргила К.* Объектно-ориентированный анализ и проектирование систем. – Лори, 2007. – 284с.
3. *Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р., Штайн К.* Алгоритмы: построение и анализ. – 2-е изд. – М.: Вильямс, 2005. – 1296 с.
4. *Митчем К.* Что такое философия техники? / Пер. с англ. Под ред. В.Г. Горохова. – М.: Аспект Пресс, 1995. – 149с.
5. *Brooks, Frederick P.* The design of design: essays from a computer scientist. Reading, MA: Addison-Wesley, 2010. – 437p.

Troianov K., Master’s Degree Student, e-mail: troyanov55@mail.ru;

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The Major Factors Influencing on the Acoustical Properties of the Guitar

Abstract: here are considered subjective and objective properties of the guitar sound as well as the factors influencing on the guitar acoustics; identified characteristics of a musical instrument with objective measurement and evaluation; proposed a method of improving acoustical properties of a musical instrument.

Keywords: guitar, resonance-frequency behavior of wood, acoustical constant, Young's modulus, acoustic merit of the mode.

Production of musical instruments has deep historical roots. Experience and knowledge accumulated over thousands years practice create a solid foundation to meet the challenges in improving the properties of various samples, using the most

modern materials and technologies.

However, despite the rapid development of science and technology, there is not found the secret of amazing sound of Stradivarius' and Guarneri's violins yet. There is no coherent recognized by global scientific community theory of musical instruments sounding.

The difficulty of studying the acoustics of musical instruments, primarily, associated with the multifaceted study of the subject and subjectivity of a number of important indicators, such as timbre and fundamental mode, and even pitch and sound wave volume (although the latter two are easy to be objectively measured with modern devices).

The main reason of research subjectivity of guitar sound quality is primarily a listener readiness. What the average person will seem brilliant, an expert with conservatory education feels unacceptable. However, performer's skills and phonation method also greatly affect the subjective evaluation of instrument quality. If the guitarist's technique is all clear, a phonation method depends on the purpose and design of musical instruments. Classical guitar with nylon strings is rarely played by strumming and using of mediators is recommended for electric guitars.

In addition, evaluation subjectivity may be caused with the environment and weather conditions: material of the room walls, presence of background noise, humidity, atmosphere pressure. All that affects the emotional perception of music. Tastes differ, we won't go deep into the subjective side of this issue, and move on to the factors influencing the objective indicators of guitar acoustics.

One of the most significant factors is the technology of musical instruments production, specifically, mechanical processing of wood, parts assembling and paint-and-lacquer coating. It is important not only the quality and precision of equipment and tools, but also the technical process: holding and wood drying schedule, cutting conditions, material moisture content, operation sequence, equipment using and etc.

It shouldn't go unnoticed the component parts influence guitar acoustic. Strings, bridges, pegs, frets, pick-ups contribute definite part to the unique sound of each instrument.

But perhaps the most significant factor affecting the guitars sound quality is the material, which is the wood. Wood is an anisotropic material, whereby, it is necessary to take into account grain orientation and material thickness in the construction of a musical instrument. Here come to the foreground physical and mechanical properties of wood, upon which the acoustic properties of the workpiece directly depend. It is known that the main part of acoustic guitar is soundboard. For its production should be selected ripe, stable, without flaws, with moisture content 8-12% wood in radial cut. All these qualities together with the distinctive features of different species allow the workpiece to be suitable for the manufacture of high-quality instruments. There is an objective quality indicator of the acoustic guitar workpiece from acoustical point of view – that is an acoustical constant, or Andreev's constant [1]. Its formula is shown below.

$$K = \sqrt{\frac{E}{p^3}} = \frac{v}{p}, \tag{1}$$

where K – acoustical constant (radiation constant), $m^4/kg \cdot s$; E – Young's modulus, Pa; v – acoustic velocity in wood, m/s; p – wood density, kg/m^3.

From equation (1), we understand that workpieces with high modulus of elasticity (Young's modulus) and low density have the best acoustical properties. Spruce and maple, for example, have these qualities, so the guitar soundboard is often made from these woods.

We should also mention other wooden items that have a strong influence on the sound emitted from the guitar: neck, sides, bridges.

Another important factor is the guitar construction. There is a wide variety of guitar shapes and designs, but the most important characteristics are instrument dimensions and a bracing system. Body dimensions with the form of the resonator holes directly proportional affect the volume of forced air that primarily affects guitar loudness. Location and number of braces influence the soundboard strength and rigidity. As known, the strength depends on the soundboard thickness and surface area. At the same time the ratio of these two parameters depends on the guitar pitch and fundamental tone. This relation is described in detail by Richardson [2].

$$f = 0{,}467 \cdot \left(\frac{h}{a^2}\right)\sqrt{\frac{E}{p \cdot \left(1 - v^2\right)}}, \tag{2}$$

where f – frequency of mode, Hz; 0,467 – frequency factor of the plate with one boundary condition at the edge; h – thickness of the soundboard, m; a – average radius of soundboard, m; E – Young's modulus, Pa; ρ – Poisson ratio.

It should be noted such important criteria for a guitar, as the acoustic merit of the mode described by the equation 3, which is displayed by Richardson [2].

$$\frac{V_0}{M} = \frac{\int \psi(x, y) dA}{\int \psi^2(x, y)\, phdA} = \frac{1}{ph}, \tag{3}$$

where V_0– the volume of air displaced under the soundboard at the acme (Fig. 1), m^3; M – effective mass of the soundboard, kg·m; $\psi(x,y)$ – transverse displacement of the soundboard at a particular coordinate (Fig. 1), the integral is performed over the whole surface, m; p – wood density, kg/m^3; h – thickness of the soundboard, m.

The acoustical quality of the modes shows the importance of the air volume changes depending on the thickness of the deck. In other words, the thinner the soundboard is, the more it's flexible. And more air can be displaced through the sound hole making the radiated sound louder.

However, there are limits to the thickness of the soundboard dealt with its mechanical unviability [2].

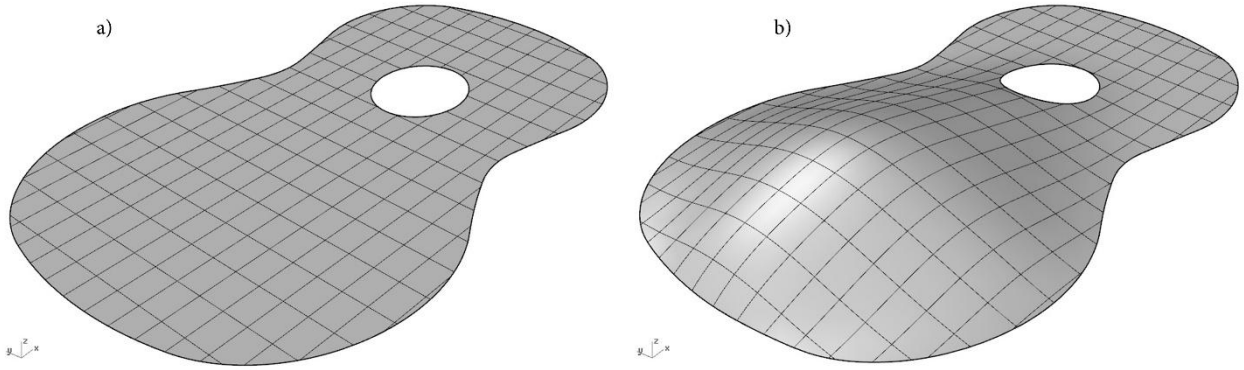


Fig. 1. Fundamental mode of the acoustic guitar soundboard:
a) resting position, b) acme position

As a result, after reviewing of the main factors affecting the guitar sound quality, and dropping all subjective of them, we are able to identify the most important objective measures. With improving of them we can upgrade the acoustic properties of the musical instrument. So in addition to using high-quality materials and components, equipment and tools, it is possible to improve the acoustic properties of the guitar on the stage of workpiece, ameliorating the resonance properties of parts by increasing the modulus of elasticity and lower the density of wood by soaking the samples in special solutions, presumably nanostructured. Leaving aside the subjective side of this research, we can improve such characteristics of the instrument as the loudness and sustain (duration of the sounding). And also we will be able to select pretty exactly the frequency range of soundboard fundamental mode.

References

1. *Андреев Н.Н.* О дереве для музыкальных инструментов// НИИМП: сборник трудов. – М.: Издатполиграфбюро, 1938. – Вып.1. – С.13-28;
2. *Bernard Richardson.* Guitar making**—** the acoustician's tale. Proceedings of the Second Vienna Talk, Sept. 19–21, 2010, University of Music and Performing Arts Vienna, Austria;
3. *Bernard Richardson.* The acoustical development of the guitar. Journal of the Catgut Acoustical Society, Vol.2 №5 (Series 2), 1994. – 1-10;
4. *Кузин Н.И.* Константы упругости древесины резонансовой ели// НИИМП: сборник трудов. – М.: Издатполиграфбюро, 1938. – Вып.1. – С.28-43;
5. *Римский-Корсаков А.В., Дьяконов Н.А.* Музыкальные инструменты: Методы исследований и расчеты. – М.: Лесн.пром-ть, 1952. – 345 с.

Vasilev K.A., postgraduate student, e-mail: dexter08@inbox.ru;
Gorokhov M.M., DSc (Physics and Mathematics), professor, e-mail: insys2005@mail.ru

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

The current state of resource planning and enterprise management information systems

Abstract: The article is devoted to the business processes automation using information systems. The author examines the most common ERP systems on the Russian market. These systems are conventionally divided into systems for large enterprises and systems for small and medium enterprises.

Keywords: automation, enterprise, ERP-system, information system, enterprise resource planning, enterprise management.

Currently there are more than 500 MRPII or ERP systems on the world market. The quantity of implementations of these systems gets bigger every year. On the Russian market mainly the western systems are represented, but also many businesses decide to use the domestic information systems.

The leaders of the Russian market of resource planning and enterprise management information systems for large enterprises are [1]:

– «1C: Enterprise» by «1C». Users of solutions based on this system are «Russian Post», «KamAZ», «Eksmo», «Tatneft».

– «Microsoft Dynamics AX» by «Microsoft Corporation». Users of solutions based on this system are «L Etoile» and «Burger King».

– «SAP ERP» by «SAP SE». Users of solutions based on this system are «Alrosa», «Bashneft-Mining».

– «Oracle E-Business Suite» by «Oracle Corporation». Users of solutions based on this system are «Rostelecom», «VimpelCom», «MTS».

– «Sage ERP» by «Sage Group». User of a solution based on this system is «Melodiya Records».

Solutions based on «1C: Enterprise» by the company «1C» are the most implemented systems in the Russian Federation. In the case of manufacturing enterprises the basic solution is «1C: Manufacturing Enterprise Management».

«1C: Manufacturing Enterprise Management» can be used in any units of production enterprises such as management, planning and economic department, production department, dispatch department, sales department, logistics department, marketing department, warehouse, accounting, human resources, IT-services, maintenance department [2].

«Microsoft Dynamics AX» is an ERP-system by «Microsoft Corporation» for global companies that support the industry-specific and operating business processes and require full functionality of ERP for financial and personnel management. This solution allows companies to cover functionally such areas of enterprise management as production management, complex supply chains distribution, retail chains, financ-

es, including accounting for the different standards in holding structures, project activities and service, sales, marketing, customer relationship, human resources management as well as monitoring and analysis of business, compliance with corporate policies [3].

«SAP ERP» is an ERP-system by «SAP SE». The share of the solution in sales (in money) of ERP-systems in Russia is about 50%. Due to «SAP ERP» company receives the necessary functionality for the implementation of information services of self-service, analytics, and also for management of finances, human resources, operations and corporate services of the company. Also, this solution offers tools for system administration and for tasks such as user management, centralized data management and management of Web-services. All the functionality of the solution is based on the «SAP NetWeaver» technology platform. The «Enterprise Resource Planning» solution includes four application areas: «Financial Management» (SAP ERP Financials), «Personnel Management» (SAP ERP Human Capital Management, SAP ERP HCM), «Operational Activities Management» (SAP ERP Operations), and «Corporate Services Management» (SAP ERP Corporate Services) [4].

«Oracle E-Business Suite» is an ERP-system by «Oracle Corporation», that allows to provide control over such aspects of the company as finance, production, human resources, purchasing, logistics, marketing, sales, service, relationship with suppliers and customers. In «Oracle E-Business Suite» capabilities of business-analysis are present, so specific needs of different industries are counted, including defense industry and aviation industry, mechanical engineering, chemistry, telecommunications, energetics, government and financial sectors, health care, trade and distribution, construction, transport and utilities [5].

«Sage ERP» is a management system for regional offices of international companies by «Sage Group». «Sage ERP» allows a company to plan utilization of production capacity, reduce costs, including through optimization of human resources, and inventory, providing a minimum level of stocks in the warehouses, taking into account the current production plan. The functions of «Sage ERP» for customer relationship management allow planning the work of sales and loading capacities, based on the developed plans and sales forecasts [6].

In addition to these large-scale systems for large enterprises, there are solutions on the market that are more appropriate for the automation of small and medium-sized businesses:

- «Microsoft Dynamics NAV» by «Microsoft Corporation». Users of solutions based on this system are «Akrikhin», «Erismann», «Hatber-M», and «Duty Free Partners».
- «Galaxy ERP» by «Galaxy Corporation». Users of solutions based on this system are «EMS Russian Post», «Mosfilm», «Svyaztransneft».
- «Sail-Enterprise» by «Sail Corporation». Users of solutions based on this system are «Buka», «Votkinsk plant», «High Technology».
- «ERP Monolith» by «Monolith-Info». Users of solutions based on this system are «Baltika», «Kellogg», and «Wurth».

- «ERP-system «Compass» by «Compass». Users of solutions based on this system are the «Trust 36», St. Petersburg Medical-Social Institute, and St. Petersburg State Polytechnic University.
- «Epicor iScala» by «Epicor Software Corporation». Users of solutions based on this system are «Stansefabrikken UAB», «Oriflame», and «Alfa Laval».

«Microsoft Dynamics NAV» is an ERP-system by «Microsoft Corporation», due to which small and medium-size are able to better manage their finances. It is quickly implemented and easy to use, and provides full support for a growing company. «Microsoft Dynamics NAV» allows to manage financial resources and accounting, supply chain, production and work processes, marketing, sales and service, project management, business intelligence and reporting, multi-currency operations [7].

«Galaxy ERP» is a full-scale management information system, developed by «Galaxy Corporation» especially for large and medium-sized enterprises in Russia and CIS countries. Key features of the «Galaxy ERP» system: construction of a system of accounting and formation of different types of reporting, material and financial flow management (logistics), financial planning and operational financial management, production planning and production management, controlling, personnel management and personnel policy management, management of maintenance and repair of equipment, product quality control, customer relationship management, real estate management [8].

The «Sail-Enterprise» system by «Sail Corporation» is designed for small and medium-sized enterprises in various industrial branches. This full-featured system allows companies to automate accounting, basic trade processes and inventory control, payroll and personnel records. The system is built on a modular principle and is a set of modules, each of which is designed to automate one of the main activities of the enterprise. The system consists of the following modules: «Accountancy», «Sales and warehouse», «Complex», «Accounting of contracts», «Acquisition», «Salary», «Personnel» [9].

«ERP Monolith» by «Monolith-Info» is a comprehensive, integrated, scalable solution for the management of large and medium-sized enterprises, allowing to simulate real business processes of almost any complexity. The system consists of the following modules: «Financial Management and Controlling», «Supply Chain Management», «Planning and scheduling», «Sales Management», «Human Resource Management», and «Customer Relationship Management» [10].

«ERP-system «Compass» by the Russian company «Compass» currently consists of the following sub-systems, some of which, in turn, are divided into smaller units: «Financial Management» that automates not only accounting, but also controlling, financial planning and budgeting, «Document», «Production Management» based on MRPII standards, «Human Resource Management», which includes, in addition to conventional personnel records and payroll, senior human resource management functions, «Warehouse Accounting», CRM-system «Marketing and Management», which provides automated management of customer relationships, «Assets Management» (including fixed assets), additional subsystem «Car Fleet» [11].

Epicor iScala by «Epicor Software Corporation» is designed for offices and associates of international corporations located in different countries, and for large companies of local or regional level, which is characterized by the presence of a large number of transactions between the divisions. It includes integrated systems for enterprise resource planning (ERP), supply, production (MES), on-site installation, project management, payroll, which built on the Microsoft .NET infrastructure and Web-based services. The Epicor iScala solutions include software packages «Customer Relationship Management», «Logistics Management», «Service Management», «Project Management», «Financial Management», «Business Analytics», and «Enterprise Portal» [12].

The market has a wide variety of ERP and MRPII systems, many of which have some functionality not found in the other systems. Before choosing a system, a company must responsibly come to the analysis of their own business processes and determine what is required from the system.

References

1. ERP. Технологии: URL: http://tadviser.ru/index.php/ERP (дата обращения: 05.03.2016).
2. Общее описание. Управление производственным предприятием. 1С:Предприятие 8: URL: http://v8.1c.ru/enterprise/ (дата обращения: 05.03.2016).
3. Microsoft Dynamics AX: ERP Business Solution: URL: https://www.microsoft.com/ru-ru/dynamics/erp-ax-overview.aspx (дата обращения: 05.03.2016).
4. SAP ERP. ERP: URL: http://tadviser.ru/a/38351 (дата обращения: 05.03.2016).
5. Oracle E-Business Suite (OEBS). ERP: URL: http://tadviser.ru/a/38311 (дата обращения: 05.03.2016).
6. Sage ERP X3. ERP: URL: http://tadviser.ru/a/72215 (дата обращения: 05.03.2016).
7. Microsoft Dynamics NAV: решения для малого и среднего бизнеса: URL: https://www.microsoft.com/ru-ru/dynamics/erp-nav-overview.aspx (дата обращения: 06.03.2016).
8. Функциональность. Галактика ERP: URL: http://www.galaktika.ru/erp/funkcionalnost.html (дата обращения: 06.03.2016).
9. ПАРУС-Предприятие 7 – Корпорация ПАРУС: URL: http://www.parus.com/solutions/middle/products/parus7 (дата обращения: 06.03.2016).
10. ERP Монолит: URL: http://www.monolit.com/monsql (дата обращения: 06.03.2016).
11. ERP-система «КОМПАС»: URL: http://www.compas.ru/erp/erp.php (дата обращения: 06.03.2016).
12. Epicor iScala: URL: http://www.epicor.com/russia/products/iscala.aspx (дата обращения: 06.03.2016).

Vytovtov P.K., Ph.D. student, e-mail: osanwevpk@gmail.com
Markov E.M., Ph.D., Associate Professor

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Neural Network Development for Classifying Algorithms by Time Complexity

Abstract: The article is about comparing three time complexity evaluating methods based on artificial neural networks. Different types on input parameters are offered and compared in the paper. The topology of the artificial neural network is described. There are results of training the neural network with these input types. The result can be used in software source code automated analysis.

Keywords: Artificial Neural Networks, Decision Trees, Software code metrics, Static code analysis, Time complexity.

1. Introduction

Nowadays, when automated programming is developed in many aspects, the way of evaluating software quality is needed. It must give us a precise quality value and use only software source code. Time complexity is a one of several parameters used for evaluating software quality.

Time complexity provides us a capability to estimate algorithms complexity with a function of the length of the string representing the input [1]. This metric is useful for evaluating algorithms with other ones (like cyclomatic complexity [2], Halstead metrics [3], etc.) or without them. Thus automating the process of classifying algorithms by time complexity is an important task in an automated software complexity evaluation [4, 5].

Section 2 is about topology of the developed artificial neural network. In section 3 we describe variants of input parameters. The results of experiments are shown in section 4.

The final program is an open-source software and it is available on GitHub [6].

2. Neural networks architecture

For classifying functions we use a multinominal logistic regression [7]. This method provides us a capability to get the probability of function accessory to complexity classes. Next we can choose the class with the greatest probability value.

Consider the topology of our neural network. There are three layers in it: input, hidden, and output. The input layer gets input parameters which are described in section 3. The number of nodes in this layer is variative. The hidden layer calculates relations between each input parameter and other input parameters. The number of nodes in the hidden layer is equal to the number of nodes in the input layers. Finally we defined seven time complexity classes, $O(1)$, $O(\log n)$, $O(n)$, $O(n \log n)$, $O(n^k)$, $O(2^n)$, $O(n!)$, as common types of algorithms complexity. Therefore the output layer consists of seven nodes which presents the accessory probability value for each class.

3. Choosing parameters

We compared three approaches for representing algorithms for analyzing their time complexity: 1) using adjacency matrix based on control flow graph; 2) using control flow graph parameters, 3) using parameters based on the decision tree. Consider each way in details.

The first approach means using an adjacency matrix as a graph representation. Here we have a square matrix where relations between nodes are presented. This way is intuitive because it is similar to image recognition. But the main problem of it is non-constant nodes number. Therefore we must pass into the neural network empty parameters. It is a cause of increased RAM requirements.

The second approach is based on analyzing control flow graphs. We use NetworkX library [8] for Python programming language for their representation. We calculate nine different parameters such as nodes and edges count, cyclomatic complexity, graph density, etc. with this representation. Unfortunately this way does not use IF/WHILE-operators body. Thus we offer follow approach.

The third one represents a control flow graph structure and IF/WHILE-operators body. We calculate eight different values: the number of cycles in graph, the number of IF/WHILE-operators, the number of nested cycles, the number of recursive calls, the number of constants and variables in IF/WHILE-operators, and the number of mathematic operations in IF/WHILE-operators. These parameters were chosen after constructing a simple decision tree for classifying algorithms by time complexity. In this tree we defined that algorithm has *O(1)* complexity if it does not have any cycles. If there is one cycle or several non-nested cycles, an algorithms can have *O(log n)* (if a variant is not linear) or *O(n)* (if a variant is linear) complexity. If an algorithm has several nested cycles it can be represented with *O(n log n)* (if variants are not linear), $O(n^k)$ (if variants are linear and similar), *O(n!)* (if variants are linear and they have a one step difference), or $O(2^n)$ (other cases) complexities.

4. Experiments

For evaluating all three approaches described in section 3 we prepared 253 functions [9, 10] and independently trained neural network 100 times on the random subset of 168 functions. The value of accuracy was calculated with test subset consisted of 85 functions. We searched minimum and maximum accuracy values and calculated average value and standard derivation (Table).

Table. **The results of training a neural network**

	Minimum accuracy	**Maximum accuracy**	**Average accuracy**
Adjacency matrix	0,43	0,7	0,56±0,05
Graph based parameters	0,17	0,75	0,31±0,13
Decision tree based parameters	0,75	0,9	0,82±0,04

As seen in Table, using input parameters based on the decision tree give us the

best accuracy between these three methods. Therefore the next work will be in the borders of the parameters based on the decision tree shown in section 3.

5. Conclusion

In this paper we described a new way for automated algorithms time complexity evaluation. We compared it with other approaches and proved that our approach can be used for estimating time complexity. Also we developed software [6] based on this method.

Next we will increase accuracy of our new approach and integrate it as a parameter of software quality model.

References

1. *Sipser Michael* Introduction to the Theory of Computation. // Course Technology Inc. 2006.
2. *Thomas J. McCabe.* A Complexity Measure // IEEE Transactions On Software Engineering, Vol. SE-2, No. 4, December 1976.
3. *Maurice H. Halstead* Elements of Software Science // Elsevier Science Inc. New York, NY, USA. 1977.
4. *Vytovtov P. K., Markov E. M., M. Aiman Al Akkad* Analysis of Software Code Metrics for Defining Their Piority for Cocol's Metric. // Приборостроение в XXI веке – 2014. Интеграция науки, образования и производства : сб. материалов X всерос. науч.-техн. конф. с междунар. Участием (Ижевск, 12-14 нояб. 2014 г.). - Ижевск : Изд-во ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, 2015. - 615 с.
5. *Вытовтов П. К., Марков Е. М.* Разработка программного продукта для проведения статического анализа кода программного обеспечения // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. №3 (67). Июль – сентябрь 2015.
6. osanwe/time-complexity // URL: https://github.com/osanwe/time-complexity
7. *Cox DR.* The regression analysis of binary sequences (with discussion) // Journal of the Royal Statistical Society. 1958. B20. pp. 215–242.
8. Overview – NetworkX // URL: https://networkx.github.io/
9. fragglet/c-algorithms: A library of common data structures and algorithms written in C // URL: https://github.com/fragglet/c-algorithms
10. Big-O Algorithm Complexity Cheat Sheet // URL: http://bigocheatsheet.com/

Yavorskaya V.A., Master student, e-mail: valeriya.yavorskaya@gmail.com

Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Development and researching of semantic patent search algorithms

Abstract: Nowadays the development of a query system which is more reliable in delivery of relevant search results and more effective in execution time is a pressing problem. The aim of current work is to improve patent search algorithms by using the

results of patent abstract semantic analysis and building their semantic networks. The information about techniques and means that lay the groundwork for functioning information search systems based on semantic analysis is analyzed and collected. The methods of semantic analysis are compared and the method for realizing in patent semantic search system is chosen based on the investigations. The result of this work is a generalized patent semantic search working algorithm based on semantic analysis of patent abstracts.

Key words: semantic analysis, patent search, patent abstract, semantic network.

Introduction

Nowadays there is a problem of finding a quick solution at the patent expertise. One of the aspects of expertise is the prior art search: the search for patents that can refute patent request. The analysis by prior art for new patent request is carried out using software tools, that are based on keywords search of different complexity. This type of search adduce to great time losses as at the software working side, as at the side of operator, who often have to independently handle big amount of information about patents similar to requested.

One of the variants of solving this problem is the development of software tool, that is functioning based on semantic search and can not only find similar patents by prior of art, but can make a decision about the admission or rejection of patent request**.**

Main part

1.The search and collection of the information about techniques and means that lay the groundwork for functioning information search systems based on semantic analysis

There are a lot of information search systems based on semantic analysis techniques for natural language texts. The algorithms of such systems can be divided into three big parts.

1. Algorithms based on rules. Using of such algorithm means dealing with different types of structured sets of data (ontologys, dictionaries) where all variants of lexical units usage are described.
2. Algorithms based on statistical methods. In this algorithms, that contain machine learning, statistical approach of text analysis takes place. Value and position of lexical unit in text are determined by the probability of lexical unit emergence in texts used for education.
3. Mixed algorithms. The approach that assumes using of dictionaries and statistical methods at the same time.

Semantic analysis is, generally, the last step of text processing by information search system. In the majority of the systems the division of analysis into four steps is used. All steps impose at the previous ones and can't be taken without them [1].

1. Tokenization – text is divided into sentences and the sentences are divided into words.
2. Morphological and morpheme analysis – taking morphological information for every word (gender, number, case, declension etc.) and determining all of its morphemes (root and affixes).
3. Syntax analysis – a process of comparison of linear sequence of lexemes in

natural language texts with formal language grammar for getting structured representation (usually as a tree).

4. Semantic analysis – setting up logical relations between text elements. Semantic analysis, in its turn, is broken down into three steps.
    1. Extracting the semantic from every word. Semantic processor defines a meaning for every word. The result is a semantic database wherein depending on the chosen approach all possible words' meanings in the present context or the probabilities of this meaning appearances will be written.
    2. Extracting the semantic from every sentence. At this step the uncertainty of recognizing every word's meaning is eliminated and sentences' meanings are shaped.
    3. The representation of the results and conclusion. Initial text is adduced as a structured set of data, its form depends on the further goals of the research.

The search method based on semantic text analysis surely depends directly on the method used for semantic analysis [2]:

1. If rules-based method is used, the search will be carried out by the virtue of obtained graph of searching element and graph model of the text which the search is conducting with.
2. If statistical method is used, search method will base on working with obtained quantitative data; based on this data determining of query and pending text closeness with specified probability is possible.
3. If mixed method is used, combining of first two approaches takes place.

When considering systems based on different methods of semantic analysis mixed method was recognized as the most functional, because it allows to make a ranking of results in the first step of search and to plug more flexible semantic search to issue a relevant results in the second step. This approach is used, for example, in Excalibur RetrievalWare system [3].

Further, the specific statistical and semantic search methods were chosen.

2. The comparison of methods for the semantic analysis of texts, and a choice of methods for implementing of semantic patent search

As mentioned above, the algorithms which the semantic analysis is based on can be divided into three groups [4]. Let us consider them in more detail:

1. Algorithms based on rules.
    - Component analysis method. In this method it is assumed that an unbounded set of lexical units can be described by a finite set of semantic components. The method is described by the sentence "The meaning of a proposition is the sum of the meanings of words included in it".
    - The method of semantic cases. In this method combines the hypothesis of the component structure of values and the idea of sequential decomposition of words' meaning into simpler components and up to the semantic meaning of primitives or atoms. It defines the following roles: agent, object, counterparty, target, patient, result, source, tools etc.

2. Statistical algorithms use next methods:
   - LSA (Latent Semantic Analysis). It is called “latency” since it implies the existence of a hidden (latent) option: theme. The values of the vicinity matrix based on the frequency characteristics of documents and lexical units are used. It is based on the normal distribution, and it is its main drawback: this probabilistic model is far from reality.
   - pLSA (probabilistic LSA). pLSA is an extension of the LSA method based on the use of multinomial distribution.
3. Mixed algorithms. Involves the joint use of statistical methods and rules-based method.

As mentioned earlier, the system of semantic patent search is suggested to use a mixed method based on a combination of statistical and semantic search such us those expressed in [3] and [5].

pLSA method was chosen for the statistical search because it is based on the multinomial distribution.

Algorithms based on the usage of rules are more flexible in terms of the possibility of the division of texts that are similar, but not synonymous. The semantic cases method as a method was chosen to be used in information patent search system, which can be used in some cases to ignore the morphological and syntactic structure of sentences and to match different grammatical structures with the same roles.

3. The development of a generalized algorithm for operation of patent search system based on the results of semantic analysis

For the new patent application, it must be carried out its semantic analysis on the basis of a sequence of four steps discussed above where its semantic network is set up as a result. Then it is necessary to compare the semantic network of the query with networks of patents available in the database. The search in the database can be conducted in one of these two ways:

1. A full search of all patents, the preparation of a semantic network for each patent and its comparison with the query.
2. A preliminary compilation of semantic networks for the abstracts of all patents that are in the database; in this case when turning to the database to filter out gradually the "inappropriate" patents.

The second way requires a lot of preparatory work. On the other hand, if there is a semantic network of the abstract of each patent, the time required to search for a new patent application will be less than in the first case.

Thus, a generic algorithm for operation of the patent information search system can be represented as follows:

1. Semantic analysis of the patent query, making of its semantic network.
2. Information search in the patent database and the definition of patents, which semantic networks are similar to the network of query.
   - Ranging patents using statistical search method.
   - The final selection of patents using semantic search method.

Conclusion

A study of methods and means which lay the groundwork for modern information semantic search systems was conducted. A mixed research method was selected on the basis of the received review for applying in the patent search system, which is based on consistent application algorithms of statistical and semantic search.

The comparison of algorithms used for semantic search was provided, after which the pLSA method was selected for implementation of statistical search, and the semantic cases method was selected for semantic search.

After the selection of all the algorithms, generic algorithm for operation of a semantic patent search system was developed.

References

1. *Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В* / Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика: учеб. пособие. — М.: МИЭМ, 2011. — 272 с.
2. *Смирнов И.В., Шелманов А.О.* Семантико-синтаксический анализ естественных языков. Часть 1, Обзор методов синтаксического и семантического анализа текстов // Искусственный интеллект и принятие решений 1/2013.
3. Промышленная информационно-поисковая система Excalibur RetrievalWare [Электронный ресурс] // IT-технологии [Сайт] URL: http://www.irkinfo.ru/intellektualnye-informatsionnye-tekhnologii-str49.html (Дата обращения 15.11.2015).
4. Методы формальной семантики [Электронный ресурс] // Языкознание.ру [Сайт] URL: http://yazykoznanie.ru/content/view/84/273/ (Дата обращения 07.11.2015).
5. *Дыков М.А., Кравец А.Г., Коробкин Д.М., Укустов С.М., Сальников М.Ю.* Автоматизированная система принятия решений при патентной экспертизе. // Известия Волгоградского государственного технического университета №6(133) / том 20/2014.

Электронное научное издание

«Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке»

Молодые ученые – ускорению научно-технического прогресса в XXI веке [Электронный ресурс] : электронное научное издание : сборник материалов IV Всероссийской научно-технической конференции аспирантов, магистрантов и молодых ученых с международным участием, Ижевск, 20-21 апреля 2016 года / ФГБОУ ВО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова». – Электрон. дан. (1 файл : 33 Mb.). – Ижевск : ИННОВА, 2016. – 1044 с. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Acrobat reader 6.0 и выше – ISBN 978-5-9906851-5-4.

Технические редакторы и верстка: *А. П. Тюрин, С. А. Мурашов*

Обложка и дизайн – *Е. В. Каргашина*

ISBN 978-5-9906851-5-4

