

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ IV

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
13-15 мая 2015 г.*

выпуск 19

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк
2015**

ББК 74.580.268
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянец,
д-р хим. наук, профессор В.Ф. Горюшкин,
д-р техн. наук, профессор Л.Т. Дворников,
д-р техн. наук, профессор С.М. Кулаков,
канд. техн. наук, доцент И.В. Камбалина

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения:
труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под
общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: Изд. центр
СибГИУ, 2015. - Вып. 19. - Ч. IV. Естественные и технические
науки. - 461 с., ил. - 201, таб. - 42 .

ISBN 978-5-7806-0444-0

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Четвертая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных и технических наук: физики, теории механизмов, машиностроения и транспорта, актуальных проблем строительства, новых информационных технологий и систем автоматизации управления.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISBN 978-5-7806-0444-0

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2015

I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 54.03: 544.421

ЭФФЕКТ ВЛИЯНИЯ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА НА СКОРОСТЬ ГАЗОВОЙ КОРРОЗИИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 В ТЕТРАХЛОРИДЕ УГЛЕРОДА

Бендре Ю.В., Зенцова С.В., Кобзарева Т.Ю., Козак О. А.

Научный руководитель: д-р хим. наук, профессор Горюшкин В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: koax@sibsiu.ru*

В работе экспериментально установлен эффект влияния подачи электрического потенциала + 7000 В от внешнего источника к металлу на скорость его взаимодействия с окислителем газовой фазы на примере газовой коррозии титанового сплава ВТ6 в тетрахлориде углерода. При этом коэффициент увеличения массового показателя коррозии при 673К составил 14,5.

Ключевые слова: титановый сплав ВТ6, тетрахлорид углерода, газовая коррозия, подача электрического потенциала, массовый показатель коррозии, коэффициент увеличения массового показателя коррозии.

Одним из направлений современной неорганической химии является синтез материалов с использованием различных физических воздействий на реагенты: ультразвука, микроволн, магнитного поля, электрического разряда, электрического потенциала. Влияние величины электрического потенциала на скорость электрохимических реакций в электролитах на высоком уровне описано теоретически [1] и имеет важное значение в электрохимической коррозии металлов. Между тем, реакционная способность металлов в неэлектропроводных газовых средах в условиях подачи к металлу электрического потенциала от внешнего источника, по нашему мнению, не изучена.

Настоящая работа посвящена изучению влияния электрического потенциала величиной + 7000 В, подаваемого на металл извне, на скорость газовой коррозии титанового сплава ВТ6 при постоянных температуре и времени выдержки в потоке тетрахлорида углерода. Эта реакция:



исследованная нами с позиций кинетики ранее [2,3], по целому ряду параметров подходит для изучения эффекта влияния подачи электрического потенциала к металлу на механизм и кинетику его взаимодействия с агрессивной газовой атмосферой. Вот главные из них: 1) для подачи потенциала к металлу подходит удобный и технологичный материал – углеродная лента, которая не вступает в химическое взаимодействие с тетрахлоридом углерода.

да; 2) образующийся на поверхности металла в результате реакции (1) углерод не нарушает электрический контакт между металлом и углеродной лентой; 3) плёнка углерода, образующаяся на поверхности металла, является незащитной пористой [2], поэтому энергетическое состояние поверхности металла во всё время испытания будет являться фактором, определяющим кинетику процесса.

Вещества и аппаратура. Поскольку в результате предстояло сравнить массовые показатели коррозии металла в опытах с подачей потенциала и без потенциала, то установка, партия образцов металла (№2), методика подготовки поверхности образцов, партия хлорагента были такими же, как и в работе [3].

Методика экспериментов. Испытания проводили при 673К и времени выдержки 4ч в реакторе [4]. Методика экспериментов была такой же, как в [3]. Отличие – подача электрического потенциала на образцы в реакторе + 7000 В. Использовали углеродную ленту марки ЛУ – П/0,1-50, толщиной 0,1мм. Из ленты вырезали полосу шириной 40 и длиной 900мм. Одним концом полосы устилали дно кварцевой лодочки, в центре которой размещали четыре цилиндрических образца. Второй конец полосы после загрузки лодочки в кварцевый реактор выпускали наружу, герметично прижимая к стенке выходного шлифа реактора кварцевой пробкой.

Для получения и подачи к образцам электрического потенциала необходимой величины использовали регулируемый источник выпрямленного напряжения, состоящий из стабилизатора напряжения СНВТ – 10000/1 Hybrid, автотрансформатора ЛАТР TDGC2-2, повышающего трансформатора НОМ 6 (100/6000 В), однофазного двухполупериодного диодного выпрямителя. Для сглаживания выпрямленного напряжения к выходу источника подключали фильтр на базе четырёх конденсаторов КБГ-П (2 мкФ, 2000 В). Измерение полученного постоянного напряжения производилось при помощи мультиметра 43101, подключённого к выходу источника при помощи делителя напряжения. Выходную положительную клемму источника соединяли с углеродной лентой изолированным медным проводом с зажимом после загрузки лодочки в реактор, при этом вторую клемму источника напряжения оставляли ни с чем не соединённой.

Результаты и обсуждение. Результаты газовой коррозии образцов сплава ВТ6 в тетрахлориде углерода при температуре 673К, времени выдержки 4ч и величины приложенного потенциала + 7000 В приведены в таблице 1. Массовый показатель коррозии (K_m^-) рассчитывали по формуле:

$$K_m^- = \frac{\Delta m}{S \cdot t}, \quad (2)$$

где Δm - изменение массы образца, г;
S - площадь поверхности образца, мм²;
t - время коррозии, ч.

Таблица 1 – Результаты газовой коррозии титанового сплава ВТ6 в параллельных образцах

Номер образца	m, г	S, мм ²	Δm, г	$K_m^- \cdot 10^4$, г/(мм ² ·ч)
1	3,9297	749,1	-1,7204	5,74
2	3,6260	727,1	-1,7368	5,97
3	3,6851	721,5	-1,8671	6,47
4	4,3105	729,7	-2,3006	7,88

Среднее значение показателя коррозии для четырёх измерений в опыте при потенциале + 7000 В равно: $K_m^-(673K) = 6,5 \pm 1,5 \cdot 10^{-4}$ г/(мм²·ч) (P = 0,95; f = 3). В работе [3] при соблюдении условий, одинаковых с настоящим опытом, но без подачи потенциала к образцу, был установлен массовый показатель коррозии: $K_m^-(673K) = 4,5 \pm 0,5 \cdot 10^{-5}$ г/(мм²·ч) (P = 0,95; f = 30). Таким образом, коэффициент увеличения массового показателя коррозии титанового сплава ВТ6 в тетрахлориде углерода при 673К и подаче потенциала к образцам металла составил 14,5.

Такое изменение скорости гетерогенной химической реакции вследствие оказываемого на систему внешнего физического воздействия является весьма значительным. Например, в работе [5] увеличение скорости твёрдофазной гетерогенной реакции на 10 - 15 % вследствие ультразвуковой активации охарактеризовано как «заметное».

Библиографический список

1. Скорчеллетти В.В. Теоретическая электрохимия / В.В. Скорчеллетти. - 4-е изд., испр. и доп. – Л.: Химия, 1974. – 567с.
2. Горюшкин В.Ф., Бендре Ю.В., Тонкушин Я.В., Соскова Н.А., Будовских Е.А. Газовая коррозия титана в тетрахлориде углерода // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2013. № 1(3). С. 25-28.
3. Горюшкин В.Ф., Бендре Ю.В., Зенцова С.В., Гагарин А.Ю. Механизм и кинетические параметры газовой коррозии титанового сплава ВТ6 в тетрахлориде углерода // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2014. № 2(8). С. 40-43.
4. Пат. 2422365 Россия. МПК СО1F 17/00. Устройство для получения безводных хлоридов лантаноидов/ Ю.В. Горюшкина, В.И. Ларин, В.Ф. Горюшкин; (РФ).- № 2009142917/05; заявл. 19.11.2009; опубл. 27.06.11, Бюлл. №18.
5. Баранчиков А.Е., Олейников Н.Н., Третьяков Ю.Д. Кинетика твёрдофазного синтеза при одновременном воздействии высокой температуры и ультразвукового поля // Неорганические материалы.- 1999.- Т. 35.- №3. - С. 352.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ И ФАЗОВЫЙ АНАЛИЗ ПОКРЫТИЯ TiV₂-Mo, СФОРМИРОВАННОГО НА СТАЛИ ЭЛЕКТРОВЗРЫВНЫМ МЕТОДОМ

Романов Д.А., Гончарова Е.Н.

Научный руководитель: д-р физ.-мат.наук, профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: romanov_da@physics.sibsiu.ru*

Выполнены исследования фазового и элементного состава поверхностного слоя стали Hardox 450, подвергнутого электровзрывному напылению композиционного покрытия системы TiV₂-Mo и последующему облучению высокоинтенсивным импульсным электронным пучком субмиллисекундной длительности воздействия электровзрывных композиционных покрытий системы TiV₂-Mo. Выявлены режимы электронно-пучковой обработки, позволяющие формировать плотные, с зеркальным блеском поверхностные слои, обладающие субмикроструктурной структурой на основе диборида титана и никеля. Выполненные исследования показывают, что электронно-пучковая обработка слоя электровзрывного напыления, осуществляемая в режиме плавления, приводит к формированию структурно и концентрационно однородного поверхностного слоя.

Ключевые слова: электровзрывное напыление, электронно-пучковая обработка, диборид титана, молибден, структура.

Цель настоящей работы заключалась в модифицировании высокоинтенсивным электронным пучком электровзрывных композиционных покрытий системы TiV₂- Mo и изучении их структуры.

При анализе излома выявляются три слоя: поверхностный слой, являющийся собственно покрытием, переходный слой, являющийся зоной термического влияния, плавно переходящий в основной объем стали. Граница раздела покрытие/переходный слой является существенно извилистой [1–4]. Трещины вдоль границы раздела покрытие/переходный слой практически не наблюдаются. В совокупности это указывает на высокий уровень адгезии покрытия с подложкой. Излом покрытия выявляет его слоистое строение. Слои расположены параллельно поверхности покрытия, толщина слоев колеблется в пределах от 5 мкм до 10 мкм. Излом покрытия приводит к формированию трещин, разделяющих слои. Последнее означает, что покрытие находится в упруго напряженном состоянии. Структура покрытия неоднородна. Наряду с крупнокристаллическими, выявляются области, размеры кристаллитов которых не превышают 1 мкм [5 - 8].

Микрорентгеноспектральный анализ поверхностного слоя материала позволил выявить элементный состав покрытия и проследить за его изменением в зависимости от расстояния до поверхности покрытия.

Результаты количественного микрорентгеноспектрального анализа участка стали приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты количественного микрорентгеноспектрального анализа элементного состава участка стали

№ спектра	Элемент, вес. %							
	Ti	Mo	Fe	Ni	Mn	Cr	C	O
1	24	44	32	0	0	0	0	0
2	10	19	22,5	0	0,5	0	41	7
3	10	42	46	0,7	0,5	0,5	0	0
4	0	0	95,4	0,5	1,3	0,7	2,1	0

Анализируя результаты, представленные в [7] и в таблице 1, можно обнаружить, что формирование покрытия электровзрывным методом приводит, во-первых, к сплавлению его с подложкой. На это указывает присутствие в покрытии атомов железа, молибдена, марганца и хрома. Во-вторых, формирование покрытия в условиях технического вакуума сопровождается насыщением его атомами углерода и кислорода. В-третьих, вплавление покрытия в подложку не приводит к легированию слоя термического влияния подложки элементами покрытия. В-четвертых, с увеличением расстояния от поверхности покрытия увеличивается концентрация атомов железа и снижается концентрация атомов титана; концентрация атомов молибдена по толщине покрытия изменяется незначительно. В-пятых, присутствующий в элементном составе напыляемого покрытия бор методами микрорентгеноспектрального энергодисперсионного анализа в исследуемом материале не обнаружен.

Фазовый состав покрытия исследовали методами дифракционной электронной микроскопии экстрактивных угольных реплик. В результате индицирования микроэлектронограмм, полученных с экстрагированных частиц, были обнаружены следующие фазы: бориды железа (FeB , Fe_3B , Fe_4B_2), борид молибдена MoB_4 , бориды титана TiB_2 и Ti_2B_5 , карбиды железа Fe_3C и молибдена MoC , карбоборид молибдена Mo_2BC . Характерные изображения некоторых из выявленных фаз приведены в [7].

Анализируя результаты, представленные в [7], можно отметить, что экстрагированные частицы второй фазы имеют размеры, изменяющиеся в пределах (20...60) нм, т.е. относятся к нанокристаллическим образованиям. В большинстве случаев экстрагированные частицы имеют сферическую, реже, глобулярную, форму. Частицы, преимущественно, располагаются островками, что свидетельствует о неоднородном распределении легирующих элементов и может указывать на вариацию физико-механических свойств покрытия как в плоскости напыления, так и по толщине.

Заключение.

Осуществлен электронно-микроскопический анализ поверхности из-

лома покрытия, сформированного на стали электровзрывным методом, и выявлено его многослойное строение. Слои толщиной от 5 мкм до 10 мкм расположены параллельно поверхности покрытия и на изломе разделены микротрещинами. Выполнен элементный анализ покрытия и показано, что электровзрывной метод приводит к взаимному легированию покрытия и подложки. Последнее указывает на сплавление покрытия с металлом подложки. Осуществлен фазовый анализ и выявлено присутствие в покрытии боридов, карбидов и карбоборидом железа, титана и молибдена. Показано, что частицы второй фазы имеют преимущественно сферическую или глобулярную форму и относятся к нанокристаллическим образованиям.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4166.2015.2 и – докторов наук МД-2920.2015.8, РФФИ в рамках научных проектов №№ 13-02-12009 офи_м, 15-08-03411, 14-08-00506а, госзаданий Минобрнауки №№ 2708 и 3.1496.2014/К на выполнение научноисследовательской работы. Данная работа была выполнена с частичным использованием оборудования Центра коллективного пользования «Материаловедение» СибГИУ.

Библиографический список

1. Патент РФ № 2478732. Композиционный электрически взрывае́мый проводник для электровзрывного напыления покрытий или электровзрывного легирования поверхности металлов и сплавов / Романов Д.А., Будовских Е.А., Громов В.Е. 2013.
2. Romanov D.A., Budovskikh E.A., Gromov V.E. // Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques. 2011. Vol. 5. No. 6. P. 1112.
3. Romanov D.A., Budovskikh E.A., Zhmakin Yu. D., Gromov V.E. // Steel in translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 464.
4. Vashchuk E.S, Romanov D.A., Budovskikh E.A., Ivanov Yu.F. // Steel in translation. 2011. Vol. 41. No. 6. P. 469.
5. Ivanov Yu., Teresov A., Ivanova O. // Advanced Materials Research. 2014. Vol. 1013. P. 224.
6. Zhang J., Fu Z., Wang W., Wang H. // J. Mater. Sci. Technol. 2000. Vol. 16. No. 6. P. 634.
7. Романов Д.А., Будовских Е.А., Громов В.Е., Иванов Ю.Ф. Электровзрывное напыление износо- и электроэрозсионностойких покрытий. Новокузнецк: Изд-во ООО «Полиграфист», 2014.
8. Budovskikh E.A., Gromov V.E., Romanov D.A. // Doklady Physics. 2013. Vol. 58. No. 3. P. 82.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕРЕННОЙ СТРУКТУРЫ МЕДИ, РАЗРУШЕННОЙ ПРИ ПОЛЗУЧЕСТИ

Ярополова Н.Г., Бондаренко К.Ю., Загуляев Д.В., Комиссарова И.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Коновалов С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: konovalov@physics.sibsiu.ru*

Выполнены исследования зеренной микроструктуры меди при ползучести в условиях воздействия магнитного поля 0,35 Тл. Установлено, что воздействие магнитного поля в процессе деформации при ползучести приводит к увеличению размеров зерен.

Ключевые слова: медь, размеры зерен, анизотропия, ползучесть, магнитное поле, ползучесть.

Энергетические установки, формирующие вокруг себя магнитные и электрические поля, непрерывно воздействуют на окружающие их материалы. Однако внешние энергетические воздействия и механические нагрузки, воздействуя одновременно, могут значительно снизить эксплуатационный срок изделий, что приведет к их преждевременному разрушению [1].

В качестве материала исследования использовали медь М00б. Ее подвергали нагружению до разрушения в режиме ползучести и при влиянии магнитного поля 0,35 Тл. В исходном состоянии зеренная структура меди М00б характеризуется изотропными зёрнами рекристаллизационного происхождения, кроме того присутствуют двойники отжига. Минимальное значение размера зерен составляет 6,7 мкм, максимальное 147,4 мкм.

Распределение зерен по размерам в исходном состоянии приведено на рисунке 1а. Средний размер зерен по всему материалу в исходном состоянии составляет $40,2 \pm 4,9$ мкм. Средний размер зерен совпадает с наиболее вероятным, что говорит о завершенности процесса собирательной рекристаллизации.

Металлографические исследования зеренной структуры травленного шлифа разрушенного в условиях ползучести проводили на расстояниях 2, 4, 6, 8, 10 мм от поверхности разрушения, это позволило выявить зеренную неоднородность при удалении от поверхности разрушения.

Анализ показал, что структура материала характеризуется преимущественно анизотропными кристаллитами, вытянутыми в направлении растяжения с коэффициентом анизотропии равным 3. Кроме того, было обнаружено, что в структуре материала появляются двойники деформации. В результате проведенных исследований было установлено, что ползучесть не приводит к изменению средних размеров зерен, которое составляет $41,2 \pm 5$ мкм, однако присутствуют области на расстоянии 10 мм от поверхности раз-

рушения с зернами относительного большого размера 135-150 мкм. Минимальное значение размера зерен составляет 5,9 мкм, максимальное 149,6 мкм.

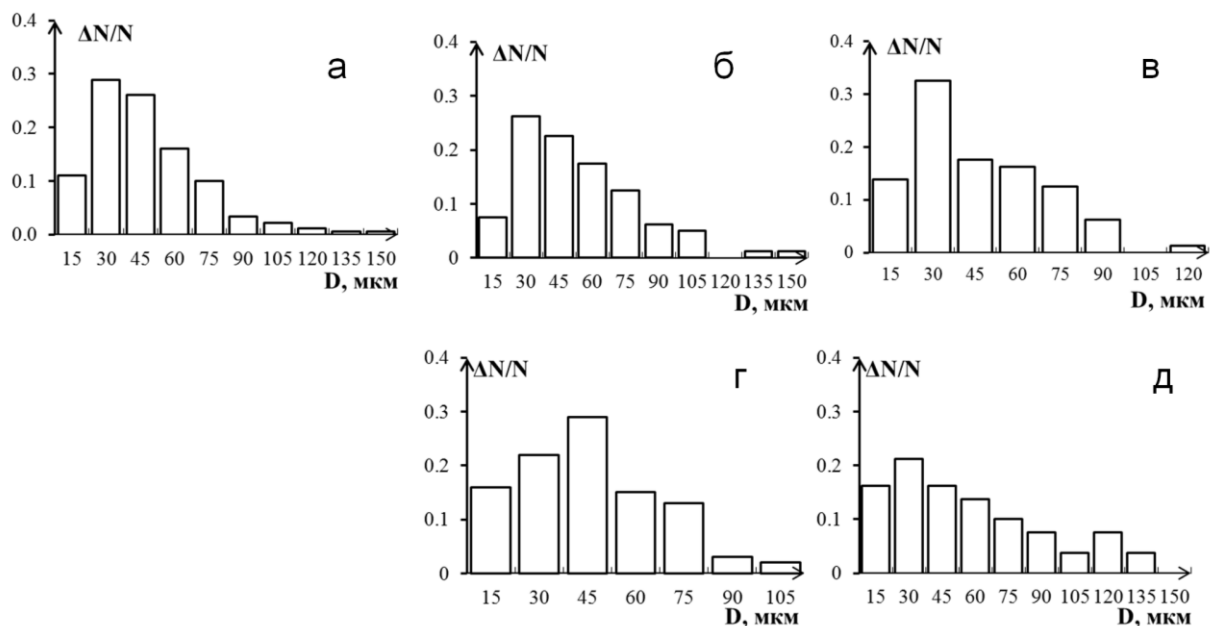


Рисунок 1 - Распределение по размерам зерен в меди: а) исходное состояние; б - д) после разрушения при ползучести (б, в - $V=0$; г, д - $V=0,35$ Тл); б, г - 2 мм, в, д - 8 мм от поверхности разрушения

Распределение зерен по размерам в образцах, разрушенных в условиях ползучести, приведено на рисунке 1 б, в. Представленные распределения являются одномодальными и могут быть описаны логарифмически нормальным законом.

При действии магнитного поля 0,35 Тл в режиме ползучести, структура материала характеризуется преимущественно анизотропными зернами, вытянутыми в направлении растяжения с коэффициентом анизотропии равным 3. Разрушение меди, в таком случае, приводит к увеличению наиболее вероятного значения размеров зерен, которое перестает совпадать со средним размером зерен ($42,8 \pm 4,1$ мкм) в отличие от предыдущих случаев (рисунок 1 г, д).

Таким образом, выполненные исследования микроструктуры меди при ползучести в условиях воздействия магнитного поля показали, что на расстоянии 2, 4 и 10 мм от поверхности разрушения, распределения зерен являются одномодальными и могут быть описаны логарифмически нормальным законом, а на расстоянии 6 и 8 мм бимодальными.

Работа выполнена на оборудовании ЦКП «Материаловедение» СибГИУ и при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-08-00506а), гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (проект МД-2920.2015.8) и государственного задания № 3.1496.2014/К.

О БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ

Терентьева А.А.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк. e-mail: vikt.kowalenco@yandex.ru*

В работе представлены результаты изучения одно из самых «молодых» и бурно развивающихся направлений нанонауки – бионанотехнологий. Несмотря на кажущуюся научную региональную «удаленность» и региональную специфичность данного научного направления, имеющего как фундаментальный, так и прикладной характер, автору представляется важным и перспективным изучение бионанотехнологий. Результаты статьи являются весьма лаконичным отражением доклада автора по данной теме на семинарах по «основам бионанотехнологий» в физико-технической школе СибГИУ.

Ключевые слова: бионанотехнология, нанотрубка, бионанонаука, экологическая безопасность.

Бионанотехнологии – относительно молодое направление науки, ставшее основным приоритетом всех развитых государств мира. Оно зародилось в 2004 году, когда голландский профессор технического университета г. Делфтса Сиз Деккер объединил углеродную нанотрубку с молекулой ДНК.

Неудивительно, что бионанотехнологии сегодня вызывают такой большой научный и общечеловеческий интерес. Ведь какие возможности открывает это новая отрасль для человечества! Во-первых, вещество состоит из молекул, а молекулы, в свою очередь, состоят из еще более мелких частиц – атомов, и манипуляция веществом на уровне атомов открывает новые возможности. В частности, в медицине – это транспортировка лекарственных веществ в пораженные болезнью участки организма для оказания максимального лечебного воздействия. Во-вторых, развитие технического прогресса, нерациональное использование природных ресурсов привели к серьезным экологическим проблемам и бионанотехнологии способны помочь в решении данных проблем. Так, очищение сточных вод и утилизация отходов может стать отправной точкой в решении экологических проблем.

В 2006 году только в США и Японии бюджет бионанотехнологий составил свыше 3 млрд долларов. В России эта сумма гораздо скромнее – около 300 млн рублей. Улучшение здоровья и качества жизни человека – наиболее важная сфера применения современных технологий, поэтому неудивительно, если через пару лет именно бионанотехнологии станут основным приоритетом научных исследований во всем мире.

Кроме бесспорных достоинств бионанотехнологии, сулящих процве-

тание человечеству, велико и возможное зло, которое скрывается в неумелом или безответственном применении этого нового «мирного атома»... Учеными уже всерьез просчитываются варианты гибели людей от так называемых «наномонстриков». В частности, выдвинуты гипотезы зеленой, серой и черной слизи, которые могут уничтожить все живое.

Самым главным фактором, который обеспечит безопасность будущих поколений и процветание бионанонауки, является человеческая ответственность и компетентность, подталкивающая к серьезному анализу любых разработок перед их практическим применением. И тогда, возможно, наступит новая эра человечества — без болезней, войны и голода.

Библиографический список

1. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д. Третьякова. - М. : Физматлит, 2010.- 38 с.
2. Нанотехнологии для всех: большое в малом / М. Рыбалкина. - М.: ЗАО «Центрполиграф», 2006. - 436 с.

УДК 620.3

КВАНТОВО-РАЗМЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ. КВАНТОВЫЕ НИТИ И КВАНТОВЫЕ ТОЧКИ

Шаяхметов Р.Х., Высоцкая Е.А.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vikt.kowalenco@yandex.ru*

В работе представлены результаты изучения квантовых нанообъектов по литературным данным, а также описаны некоторые возможности их использования в различных сферах человеческой деятельности. Статья подготовлена на основе семинарских докладов по нанотехнологиям в физико-технической школе СибГИУ.

Ключевые слова: квантово-размерный эффект, квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы, наноматериалы, нанотехнологии.

Не секрет, что XXI век - век нанотехнологий и наноматериалов. Характерная черта нового 21-го столетия – возрастающий интерес к новым материалам, использование которых расширяет сферы их возможного применения, когда огромное значение приобретает наноструктурированное строение материалов.

Квантово-размерный эффект - эффект, связанный с квантованием энергии носителей заряда, движение которых ограничено в одном, двух или трёх направлениях. Внутренние атомы могут формировать непрерывную энергетическую зону, тогда как энергетические уровни внешних атомов дис-

кретны и чётко выражены. Ширина такой энергетической зоны напрямую зависит от размеров частиц. Именно благодаря квантово-размерным эффектам возможны такие нано-гетероструктуры как квантовые точки, квантовые нити и квантовые ямы.

Квантовые ямы – это двумерные объекты, толщина которых лежит в нанодиапазоне (10 – 100 нм). Квантовые нити – это одномерные объекты, диаметр которых также лежит в нанодиапазоне (10 – 100 нм). Квантовые точки – это мельчайшие объекты нанодиапазона (10 – 100 нм) во всех трех измерениях, которые иногда называют искусственными атомами.

Квантовая точка является фактически фрагментом проводника или полупроводника, носители заряда (электроны или дырки) которого ограничены в пространстве по всем трём измерениям. Электрические характеристики таких объектов зависят от их размера и формы. Чем меньше размер кристалла, тем больше расстояние между энергетическими уровнями. Например, при переходе электрона на энергетический уровень ниже, испускается фотон; так как мы можем регулировать размер квантовой точки, то мы можем изменять энергию испускаемого фотона, а значит, и изменять цвет испускаемого квантовой точкой света. Основное преимущество квантовой точки заключается в возможности высокоточного контроля над её размером, что делает возможным очень точный контроль над электрической проводимостью.

Различают два типа квантовых точек: эпитаксиальные и коллоидные. Различаются они по способу создания. Первые - выращивают, последние - синтезируют в коллоиде. Применяют квантовые точки в самых разных сферах. Их используют при производстве: дисплеев, светодиодных ламп, солнечных панелей и даже квантовых компьютерных.

Квантовые нити представляют собой полупроводниковые структуры, в которых движение носителей заряда в двух направлениях резко ограничено, так что их энергия носит квантованный характер. Квантовые нити обладают баллистической проводимостью. Это значит, что электрон, вылетев из одного контакта, долетает до другого контакта без столкновений, как снаряд, выпущенный из пушки. Такая аналогия и привела к тому, что такие структуры часто называют баллистическими. Создают квантовые нити методом молекулярно-лучевой эпитаксии, контролируя условия синтеза получают нити заданных размеров и свойств, в основе которого лежит осаждение испаренного в молекулярном источнике вещества на кристаллическую подложку.

Применение у квантовых нитей самое разнообразное. Их, также как и другие квантово-механические объекты, используют при производстве дисплеев, квантовых компьютеров, лазеров. Самым известным примером квантовой нити является углеродная нанотрубка.

Библиографический список

1. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М.: Физматлит, 2010.– С. 91-93; С. 96-100.

МНОГОЦИКЛОВАЯ УСТАЛОСТЬ СИЛУМИНА, ПОДВЕРГНУТОГО ОБРАБОТКЕ ВЫСОКОИНТЕНСИВНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Алсараева К.В.

Научные руководители: д-р физ.-мат.наук, профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alsaraeva_kv@physics.sibsiu.ru*

Методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии выполнен анализ структурно-фазовых состояний силумина, подвергнутого облучению высокоинтенсивным электронным пучком в различных режимах и последующему усталостному нагружению до разрушения. Обсуждены возможные причины повышения усталостного ресурса силумина электронно-пучковой обработкой.

Ключевые слова: силумин, электронно-пучковая обработка, многоцикловая усталость, структура, ячеистая кристаллизация.

Целью настоящей работы является анализ формирования и эволюции структуры силумина, обработанного высокоинтенсивным импульсным электронным пучком в различных режимах и подвергнутого многоцикловым усталостным испытаниям до разрушения.

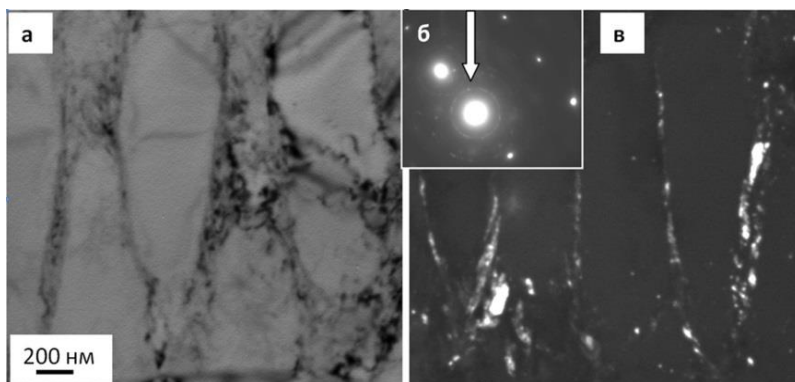
Усталостным испытаниям подвергали силумин марки АК12 [1] по схеме циклического несимметричного консольного изгиба [2]. Облучение поверхности образцов, подготовленных к усталостным испытаниям, осуществляли на установке «СОЛО» [3] по разным режимам. Выполненные усталостные испытания показали, что при параметрах облучения (20 Дж/см²; 150 мкс; 0,3 с⁻¹; 1 имп. – режим обработки №1) количество циклов до разрушения составляет ≈132000; при (20 Дж/см²; 150 мкс; 0,3 с⁻¹; 5 имп. – режим обработки №2) – 574000 [4]. Первый режим обработки лишь незначительно увеличивает число циклов до разрушения, тогда как второй ~ в 3,5 раза увеличивает усталостный ресурс (число циклов до разрушения исходного материала составляло 130000) [4].

Плавление поверхностного слоя силумина интенсивным импульсным электронным пучком и последующая высокоскоростная кристаллизация (не зависимо от используемых в работе режимов облучения) приводят к формированию эвтектики, имеющей столбчатое строение, выявляемое методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии.

Столбчатая структура имеет двухфазное строение и сформирована слоями твердого раствора на основе алюминия, разделенными прослойками кремния. Весьма часто столбчатая структура имеет ячеистое строение. Средние размеры ячеек 450 нм, поперечные размеры прослоек кремния 80 нм. Облучение силумина электронным пучком по режиму №1 приводит к фор-

мированию микропор, расположенных вдоль поверхности пластин кремния.

Усталостные испытания при числе циклов нагружения 132000 не приводят к разрушению структуры столбчатой (ячеистой) кристаллизации. Однако существенным образом преобразуется структура прослоек кремния. Анализируя представленные на рисунке 1 характерные микрофотографии, можно отметить, что прослойки кремния разбиваются на отдельно расположенные частицы, размеры которых изменяются в пределах (15-30) нм. В пользу вывода о том, что прослойки кремния не фрагментируются, а именно разрезаются на отдельно расположенные частицы, указывает формирование на микроэлектронограмме дифракционных колец кремния (рисунок 1, б). При этом микроэлектронограмма алюминия является точечной. Наноразмерные частицы кремния выявляются как на границе раздела ячеек алюминия, так и в объеме ячеек (рисунок 1, в). Последнее может указывать на вынос кремния в атомарном виде или в виде наноразмерных частиц из прослоек в объем ячеек.



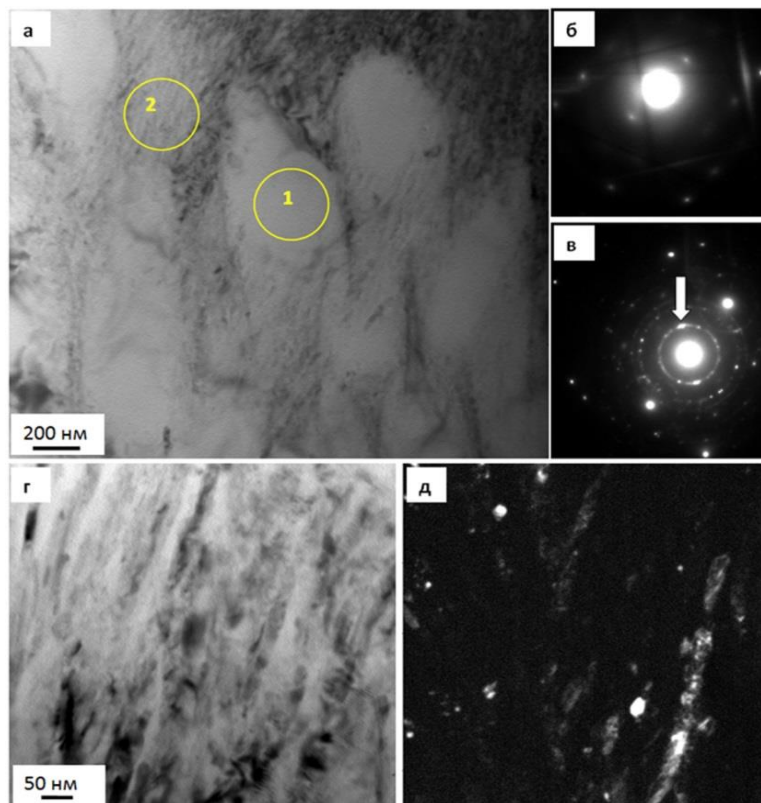
а – светлопольное изображение; б – микроэлектронограмма, стрелкой указан рефлекс, в котором получено темнопольное изображение; в – темнопольное изображение, полученное в рефлексе [111] Si

Рисунок 1 - ПЭМ изображение структуры силумина, подвергнутого обработке режиму №1 и последующему усталостному нагружению до разрушения при 132000 циклах

После 574000 циклов нагружения в поверхностном слое формируется структура, лишь отдаленно напоминающая структуру высокоскоростной ячеистой кристаллизации. Во-первых, в 2-3 раза увеличивается толщина прослоек, разделяющих ячейки алюминия (рисунок 2, а). Во-вторых, микроэлектронограммы, полученные с прослоек, приобретают ярко выраженный кольцевой характер (рисунок 2, в), тогда как микроэлектронограммы, полученные с объема ячеек, остаются точечными (рисунок 2, б). В-третьих, прослойки фрагментируются, т.е. разбиваются на разориентированные полосы (рисунок 2, г), в объеме которых выявляется наноразмерная (в пределах 10 нм) субструктура (рисунок 2, д).

Таким образом, установлено, что многоцикловые усталостные испытания силумина, подвергнутого облучению высокоинтенсивным импульсным

электронным пучком, приводят к преобразованию структуры ячеистой кристаллизации, заключающемуся в разрушении прослоек кремния и формировании протяженных двухфазных слоев, оконтуривающих ячейки алюминия и содержащих наноразмерные частицы кремния. Выявлено, что источниками усталостных микротрещин являются исключительно пластины кремния микронных и субмикронных размеров, не растворившиеся при электронно-пучковой обработке.



а, г – светлые поля; б, в – микроэлектроннограммы, полученные с участков 1 и 2, соответственно; д – темное поле, полученное в рефлексе [111] Si (рефлекс, в котором получено темное поле, указан стрелкой на (в))

Рисунок 2 - ПЭМ изображение структуры силумина, подвергнутого обработке по 2-му режиму и последующему усталостному нагружению до разрушения при 574000 циклах

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (проект МД-2920.2015.8), государственного задания № 3.1496.2014/К и гранта РФФИ (проект № 13-08-00416_a).

Библиографический список

1. Строганов Г.Б. Сплавы алюминия с кремнием/ Г.Б.Строганов, В.А.Ротенберг, Г.Б. Гершман// М.: Металлургия, 1977. 271 с.
2. Соснин О.В. Усталость сталей при импульсном токовом воздействии/ О.В.Соснин, В.Е.Громов, Э.В.Козлов, Ю.Ф.Иванов// Новокузнецк:

Изд-во СибГИУ, 2004. 464 с.

3. Ласковнев А.П. Модификация структуры и свойств эвтектического силумина электронно-ионно-плазменной обработкой/ А.П.Ласковнев, Ю.Ф.Иванов, Е.А. Петрикова и др.// Минск: «Белорусская наука», 2013.-287 с.

4. Иванов Ю.Ф. Повышение усталостного ресурса силумина при обработке высокоинтенсивным импульсным электронным пучком / Ю.Ф.Иванов, К.В.Алсараева, В.Е.Громов, Е.А. Петрикова, А.Д.Тересов, А.В. Ткаченко // Фундаментальные проблемы современного материаловедения. 2014.- Т 11. №3.-С. 281-284.

УДК 620.3

БИОМАТЕРИАЛЫ: СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Любочка А.В., Тяпкина В.Э.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vikt.kowalensko@yandex.ru*

В работе представлены результаты изучения вопроса о современных биоматериалах, их свойствах и применении в различных сферах человеческой деятельности. В аспекте интенсивно развивающейся отрасли нанотехнологий отражены возможности и перспективы использования имплантатов и трансплантатов как прототипов материалов, заимствованных у Природы, для всего человечества. Результаты исследования вопроса о биоматериалах были доложены на семинарах по «основам нанотехнологии» в физико-технической школе СибГИУ.

Ключевые слова: нанотехнологии, биоматериалы, нанобиотехнологии, трансплантаты, имплантаты, нанометр, биосовместимость.

Сегодня многим понятно, что XXI век – век нанотехнологий и наноматериалов. Основная черта нового столетия – возрастающий интерес к увеличению качества и продолжительности человеческой жизни, где огромное значение отведено роли нанобиотехнологий и биоматериалам.

Биоматериалы - это материалы, призванные заменить поврежденные участки тела человека: их отдельные органы или ткани, и которые можно условно разделить на две большие группы: трансплантаты и имплантаты. Первая группа - это органы и ткани, пересаженные от самого пациента или его близких родственников (например, почка, участок кости, кожа). В случае использования трансплантатов практически не возникает проблемы совместимости материала с телом человека, или, наоборот, орган отторгается, однако при удачном исходе он полностью обеспечивает необходимое функционирование. Вторая группа представляет собой «неживые» материалы, не

имеющие непосредственного отношения к организму: полимеры, керамические блоки и тому подобное. В случае имплантатов не возникает проблемы генетической несовместимости материала. Имплантаты могут быть произведены в любом количестве, чтобы обеспечить необходимый спрос, что является их несомненным плюсом, однако полностью восстановить функции заменяемого органа они не в состоянии.

Успехи в области создания биоматериалов открывают дорогу к увеличению продолжительности жизни человека, а нанотехнологии и, тем более, развивающиеся в последнее время бионанотехнологии занимают здесь далеко не последнее место. Как оказалось, при создании совершенных биосовместимых имплантатов огромное значение имеет организация биоматериала на наноуровне, а именно наличие различных включений или пустот нанометрового размера приводит к кардинальному улучшению биосовместимости.

Использование биоматериалов не ново, они использовались и в далекой древности. Например, в древнем Китае золото использовалось в качестве материала для покрытия зубов. А в эпоху «Века счастья» благословенный Пророк Мухаммад разрешил одному из своих сподвижников, который сильно повредил свой нос в ходе одного из сражений, пользоваться золотым протезом вместо серебряного протеза, поскольку серебряный протез источал неприятный запах. Также известно, что в 80-х годах XX века использовались протезы из слоновой кости.

У биоматериалов есть несколько свойств. Первое свойство – это биосовместимость, то есть отсутствие реакций со стороны иммунной системы, приводящей к отторжению помещенного в тело материала. Иными словами, биосовместимость предполагает беспрепятственную работу биоматериала. И, таким образом, биоматериалы должны обладать совместимостью с тканями организма и не причинять им вред. Второе свойство – это высокая степень устойчивости к коррозии, что предполагает отсутствие нежелательных химических реакций металла с тканями и межтканевыми жидкостями. И последнее – третье свойство: биоматериалы должны обладать механическими свойствами, схожими со свойствами заменяемого ими органа или конечности. Например, протез, который будет заменять функцию кости человека, должен обладать схожими с ней свойствами.

Благодаря своим превосходным механическим и химическим свойствам металлы и сплавы используются в качестве биоматериала во многих областях жизнедеятельности человека. В частности, они широко применяются в зубных и ортопедических протезах, мышечной и скелетной системах, и сердечных клапанах. По сравнению с другими биоматериалами в последнее время титан стал более предпочтительным биоматериалом из-за своей легкости, отсутствия кислотных реакций с тканями и биосовместимости. Другим примером металлического биоматериала является сплав никеля с титаном, обладающий «эффектом памяти».

Биокерамика также является разновидностью биоматериала. Сегодня она широко применяется в качестве протеза поврежденного или изношенного органа в таких областях медицины, как стоматология, ортопедия и челюстно-лицевая хирургия. Биокерамика широко применяется при лечении таких болезней, как остеопороз у пожилых людей, а биостеклянные протезы используют вместо костей среднего уха у больных с проблемами слуха.

Биоматериалы на основе природных или синтетических полимеров активно применяют во многих областях. Например, в фармацевтике, генной инженерии, производстве диализных препаратов, хирургических шовных нитей, искусственных кровеносных сосудов, пакетов крови и протезов. Ибо их легко изготовить, они дешевы, и им легко придать нужную форму. Поэтому они предпочтительнее металла и керамики.

Биостеклокерамику применяют для восстановления слуха при повреждении слухового нерва и для восстановления корней зубов.

Человечество по праву гордится своими научными достижениями в области синтетических материалов. Однако нам все еще есть чему поучиться у природы, благо в последние десятилетия появились технологии, которые впервые позволяют скопировать уникальные природные материалы. Например, хитоны – мегазубы мечты. Хитоны – это морские моллюски, у одного из видов которых существует совершенно невероятный набор зубов, настолько прочных, что с их помощью можно перетирать камни в поисках водорослей. Зубы хитонов образованы из магнетита – прочнейшего природного материала, обладающего к тому же магнитными свойствами. И уже ученые научились выращивать магнетит в лаборатории, осталось только освоить промышленное производство.

Другим примером является искусственная паутина. Паучий шелк обладает множеством ценных свойств: он суперэластичный, клейкий, легкий, но достаточно прочный, чтобы на него можно было повесить ванну с водой. А из синтетического паучьего шелка можно производить сверхпрочные бронжилеты, солнечные паруса, парашюты, медицинские материалы и множество других вещей, на которые без сомнения будет огромный спрос.

Итак, биоматериалы – это то, что мы скопировали у природы! В настоящее время ученые продолжают трудиться над разработкой новых видов биоматериалов и расширяется спектр применения существующих. В будущем ученые надеются разработать такой биоматериал, который будет восстанавливать все ткани, которые утратили способность выполнять свои функции. При этом они полагаются на функцию самообновления нашего организма. Но каким бы головокружительным не был технологический прогресс, все-таки биоматериалы не в состоянии заменить или выполнять все функции заменяемого ими органа или ткани.

Библиографический список

1. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д. Третьякова.- М.:

Физматлит, 2010.-С. 34-40.

2. Алфимова М.М. Занимательные нанотехнологии. – М.: Парк-медиа: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.- С. 55-68.

3. Елисеев А.А. Функциональные наноматериалы / Под ред. Ю.Д. Третьякова.- М. : Физматлит, 2010.- С. 421-445.

УДК 662.74: 628. 56.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ОТ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ ЦЕХА ПО ПРОИЗВОДСТВУ ТРУБ И ЭЛЕКТРОДОВ

Ракуц Р.О., Серикова М.К., Татарина Е.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Павлович Л.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Проведена оценка экологического риска от выбросов в атмосферу цеха по производству труб и электродов ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Суммарный риск по цеху составил 0,29 %, что не превышает предельно допустимый уровень.

Ключевые слова: выбросы, атмосфера, экологический риск, производство труб, электроды, оксиды кремния, меди, углерода, азота, марганца.

Методология оценки риска воздействия химических веществ на состояние здоровья населения начала использоваться в США с 80-х годов. Начиная с этого времени, было разработано значительное количество методов для установления различных видов риска и различных причин, обусловивших необходимость проведения такой оценки. На сегодняшний день эта методология широко применяется в большинстве развитых стран мира и рекомендована Всемирной Организацией Здравоохранения в качестве ведущего инструмента при определении количественного ущерба для здоровья от воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды.

Для объективной количественной оценки, сравнения, анализа, управления воздействием загрязнителей различной и разнообразной природы в последние десятилетия за рубежом и в России активно внедряется расчет экологических рисков.

Экологический риск - вероятность возникновения отрицательных изменений в окружающей природной среде, или отдалённых неблагоприятных последствий этих изменений, возникающих вследствие отрицательного воздействия на окружающую среду.

Первая очередь производства сварных электродов введена в эксплуатацию на ЗСМК (Западно-Сибирский металлургический комбинат) в 1999 году, и была получена первая товарная продукция – 21 тонна запсибовских

электродов. Первоначально в цехе освоили выпуск электродов двух марок – МР-3, для сварки конструкции из углеродистой стали, и УОНИ – 13/55с, для сварки особо ответственных конструкций и трубопроводов. Сегодня здесь ежемесячно производятся 230 тонн сварочных электродов 5 различных марок, внедрены технологии производства специальных типов электродов: для плавки деталей, работающих в условиях абразивного износа с умеренными ударами нагрузками, для сварки, ремонтной наплавки, заварки дефектов деталей из серого, высокопрочного и ковкого чугуна.

Особенность технологии производства сварных труб – возможность формовки не только круглых, но и квадратных, прямоугольных, овальных труб при высоком качестве сварного шва. Результаты испытаний показывают, что по механическим свойствам сварные трубы, произведенные на ЗСМК, не уступают бесшовным. Первая сварная труба была изготовлена на ЗСМКВ 1994 году – тот день провели горячее опробование трубофиле-электросварочного агрегата ТПСА 20-76. За первый год своего существования цех освоил 2 профиля труб $\Phi 25 \times 3,2$ и квадрат 25×25 и выпустил продукции 4874 тонны. За 7 лет существования цеха выпущено 85655,3 тонны водогазопроводных труб – это семьдесят одна тысяча километров[1].

Целью работы является изучение экологического риска от выбросов в атмосферу цеха по производству труб и электродов.

Объектом исследования выбрана промплощадка ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Анализ рисков произведен согласно «Руководства по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» оценка риска проводилась в два этапа, по алгоритму, приведенному в [2]. На первом этапе, выполнен расчет максимальных приземных концентраций C_{max} согласно ОНД-86 выбросов предприятия с использованием отчетной формы 2ТП - Воздух (2011). На втором этапе проводился расчет экологических рисков[3].

Цех по производству труб и электродов имеет 24 организованных источников выбросов – трубы высотой 16,16,8 метров, 1 фонарь высотой 25 метров, которые выбрасывают: пыль абразивную, оксид железа, оксид углерода, масло минеральное, эмульсол, пыль диоксида кремния, марганца, оксида меди, никеля, хрома, фториды твердые, диоксид азота, фтористый водород. Выбросы загрязняющих веществ – неканцерогенные.

В форме 2ТП - воздух не представлены данные по выбросам никеля на сварочном участке, данные о выбросах оксида углерода, минерального масла и эмульсола на металлообрабатывающих станках в вальцетокарном цеху, а так же данные по линии производства порошковых материалов.

Результаты расчетов экологического риска по представленным формам 2ТП – воздух от выбросов в атмосферу цеха по производству труб и электродов представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Экологический риск от выбросов в атмосферу цеха по производству труб и электродов

Источник выбросов	Количество источников, шт	Высота дымовой трубы, м	Выбросы	Количество выбросов, г/с	$C_{max} \frac{мг}{м^3}$	Risk
Дробилка рубка стержня АС-12	2	16	Пыль диоксида кремния	0,2680	0,0550	$12,8 \times 10^{-5}$
Мельница, сито, смеситель	3	16	Пыль диоксида кремния	0,0300	0,0050	$11,7 \times 10^{-5}$
Сварочные участки (сварочные работы по комбинату)	18	8	Оксид железа	0,2083	0,1898	$83,17 \times 10^{-5}$
			Марганец	0,0237	0,0240	$170,0 \times 10^{-5}$
			Оксид меди	0,0006	0,0006	$10,0 \times 10^{-5}$
			Фториды твердые	0,0012	0,0011	$3,3 \times 10^{-5}$
			Хром 6+	0,0211	0,0190	$2,9 \times 10^{-5}$
			Оксид углерода	0,0860	0,0780	$0,22 \times 10^{-5}$
			Азота диоксид	0,0176	0,0160	$0,896 \times 10^{-5}$
			Фтористый водород	0,0112	0,0102	$0,04 \times 10^{-5}$
Оксид железа	0,1500	0,0066	$0,138 \times 10^{-5}$			
Металлообработывающие станки комбината центра в вальцетокарном цехе	1	25	Пыль абразивная	0,0100	0,0045	$0,705 \times 10^{-5}$
Risk	24			0,8277		$295,869 \times 10^{-5}$

Несмотря на многообразие таких токсичных выбросов как меди, никеля, фторидов, марганца, по представленным данным приемлемый (допустимый) экологический риск (составляет 0,02 или 2 %) отмечен для всех источников. Данное производство не имеет экологических проблем. Рекомендуем ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» провести инвентаризацию выбросов в полном объеме.

Библиографический список

1. Энциклопедия Запсиба. Выпуск 1.-Новокузнецк: издательство Призма До.-2004.-С.156-159.
2. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно – методические основы, принципы и критерии оценки (Р 2.2.1776- 63).- М.: Гигиена труда.- 2003. – 12 с.
3. Павлович Л.Б. Оценка экологического риска от производственной деятельности коксохимического производства/ Л.Б. Павлович, Е.В. Медведская, Д.В.Суржигов, В.Г. Лупенко// Кокс и химия, 2013: №5.-С.30-40.

УДК 624.785:669.14.08.29

ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 ПОСЛЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ОБРАБОТКИ

Кобзарева Т.Ю., Романов Д.А.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.

*Институт сильноточной электроники СО РАН,
г. Томск, gromov@physics.sibsiu.ru*

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kobzarevatanya@mail.ru*

Представлены результаты исследования структуры поверхностного слоя образцов титанового сплава ВТ6, подвергнутых комбинированной обработке, включающей электровзрывное науглероживание (ЭВЛ) и последующую электронно-пучковую обработку (ЭПО) при различных режимах. ЭВЛ титанового сплава ВТ6 приводит к формированию высокопористого покрытия, содержащего большое количество капельной фракции, микрократеров и микротрещин. Последующая ЭПО приводит к улучшению и формированию многослойной структуры, различающейся по типу структуры.

Ключевые слова: электровзрывное науглероживание, электронно-пучковая обработка, углеграфитовые волокна, упрочнение, структура, микротвердость.

Введение

В настоящее время перспективным и развивающимся методом в обла-

сти обработки материалов является электровзрывное легирование (ЭВЛ) [1]. ЭВЛ приводит к одновременному многократному повышению физико-механических и эксплуатационных свойств. Для повышения свойств поверхности материала после ЭВЛ применяется последующая электронно-пучковая обработка (ЭПО). ЭПО создает условия для образования в приповерхностном слое аморфной, нано- и субмикроструктурной структуры. Такие изменения структурно-фазового состояния поверхностных слоев приводят к значительному улучшению прочностных свойств материала по сравнению с традиционными методами поверхностной обработки [1].

Материал и методика исследования

В качестве обрабатываемого материала использовали образцы титанового сплава ВТ6. ЭВЛ осуществляли на установке ЭВУ 60/10 в лаборатории внешних энергетических воздействии ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет». В область взрыва помещалась навеска порошка диборида титана TiB_2 . Затем образцы подвергли электронно-пучковой обработке на установке «СОЛЮ» при следующих режимах: плотность энергии пучка электронов $E_s = 45 \text{ Дж/см}^2$ и $E_s = 45 \text{ Дж/см}^2$, длительность импульсов $\tau = 100$ и $\tau = 200$ мкс и количество импульсов $N = 10$ и $N = 20$ [2].

Исследование структуры осуществлялось путем изучения поперечных шлифов образцов титанового сплава ВТ6 и метода сканирующей микроскопии.

Результаты исследования и их обсуждение

Используя метод сканирующей микроскопии было выявлено, что на поверхности зоны ЭВЛ формируется покрытие с высокоразвитым рельефом. Рельеф образован частицами продуктов взрыва углеграфитовых волокон и порошка диборида титана из тыла плазменной струи. В структуре рельефа ярко выделяются следы радиального течения расплава из центра зоны легирования к периферии, микрократеры и микропоры, наплывы и наслоения, микротрещины, стержни различных размеров и частицы глобулярной формы. В результате исследований установлено, что последующая ЭПО образцов приводит к существенным преобразованием поверхности образцов: выравнивается рельеф поверхности, исчезают микрократеры, микрокапли, наплывы, существенно уменьшается количество микротрещин.

Установлено, что после ЭПО по режиму $E_s = 45 \text{ Дж/см}^2$, $\tau = 100$ мкс, $N = 10$ имп., $0,3 \text{ с}^{-1}$ в поверхностном слое формируется поликристаллическая структура, размер зерен которой 5-120 мкм. Крупные зерна содержат в объеме ячейки высокоскоростной кристаллизации размером 0,5-1 мкм.

ЭПО по режиму $E_s = 60 \text{ Дж/см}^2$, $\tau = 100$ мкс, $N = 10$ имп., $0,3 \text{ с}^{-1}$ приводит к формированию двухуровневой зеренной структуры. Зерна первого (крупномасштабного) имеют размер 5-60 мкм, при среднем размере зерна 21 мкм. В объеме наиболее крупных зерен этого масштабного уровня выявляется структура ячеистой кристаллизации, а размер ячеек имеет размер 0,3-0,6

мкм. Зерна второго масштабного (субмикронного) уровня формируют протяженные прослойки имеют размер 0,5-1,0 мкм при среднем размере 0,7 мкм. В объеме зерен второго масштабного уровня выявляется пластинчатая структура, подобная структуре дендритной кристаллизации. Особенностью структуры таких зерен является присутствие по границам включений второй фазы, которыми являются прослойки графита.

Изучение состояния объема слоя после ЭВЛ проводили используя поперечные шлифы [3]. На микрофотографии наблюдается высокий уровень шероховатости: толщина легированного слоя 15-65 мкм. На шлифах наблюдаются микротрещины в объеме легированного слоя, которых нет в переходном слое, и микрократеры. При детальном исследовании выявлен высокий уровень неоднородности в структуре: наблюдаются участки легированного слоя с преимущественно глобулярной и с дендритной структурой. К негативным элементам легированного слоя следует отнести осколки УГВ, макро- и микропоры, пустоты.

Заключение

Исследования поперечных шлифов образцов показали, что ЭВЛ приводит к формированию поверхностного слоя с высоким уровнем структурной неоднородности. Кратковременность воздействия потока плазмы на поверхность материала и высокая скорость охлаждения приводят к формированию слоистой структуры. В упрочняемом объеме можно выявить легированный слой, переходный слой и слой термического влияния, плавно переходящий в основной объем материала.

Последующая обработка поверхности ЭВЛ электронным пучком приводит к снижению шероховатости поверхности упрочнения и к выравниванию толщины упрочняемого слоя. Толщина упрочняемого слоя после ЭПО 20-50 мкм и уменьшается с ростом плотности энергии пучка электронов. Плавление упрочняемого слоя электронным пучком приводит к полному устранению осколков углеграфитового волокна из объема легированного слоя, тем самым способствуя гомогенизации упрочняемого материала. ЭПО приводит к формированию многослойной структуры, различающейся по типу структуры: в поверхностном - дендритного типа (ярко выражено при $E_s = 60$ Дж/см²); в промежуточном – дендритно-глобулярного типа; в переходном слое – зеренно-субзеренного типа.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4166.2015.2 и – докторов наук МД-2920.2015.8, РФФИ в рамках научных проектов №№ 13-02-12009 офи_м, 15-08-03411, 14-08-00506а, госзаданий Минобрнауки №№ 2708 и 3.1496.2014/К на выполнение научно-исследовательской работы. Данная работа была выполнена с частичным использованием оборудования Центра коллективного пользования «Материаловедение» СибГИУ.

Библиографический список

1. Будовских Е.А. Формирование структурно-фазовых состояний металлов и сплавов при электровзрывном легировании и электронно-пучковой обработке/ Е.А. Будовских, Е.С. Вашук, В.Е.Громов, Ю.Ф.Иванов и др. / Под ред. В.Е. Громова.- Новокузнецк: Изд-во «Интер-Кузбасс», 2011.- 212 с.
2. Коваль Н.Н. Наноструктурирование поверхности металлокерамических и керамических материалов при импульсной электронно-пучковой обработке/ Н.Н. Коваль, Ю.Ф. Иванов/ Изв.вузов. Физика.- 2008.- №5.- С. 60–70.
3. Аношкин Н.Ф. Титановые сплавы / Н.Ф. Аношкин// Металлография титановых сплавов.- М.: Metallurgia, 1980. – 464 с.

УДК 621.43.068.4

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОДИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ПОРИСТЫХ ПРОНИЦАЕМЫХ КАТАЛИТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫМ СИНТЕЗОМ

Медведев Г.В., Горлова Н.Н., Печеникова Д.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Новоселов А.Л.

*Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, e-mail: at-05@list.ru*

В работе рассмотрена возможность использования родия в составе СВС - материалов, используемых для очистки отработавших газов дизелей. Приведены результаты проведенных исследований по изучению степени влияния содержания родия на физические характеристики, физико - механические и функциональные свойства каталитического материала.

Ключевые слова: каталитические материалы, нейтрализатор, степень очистки, родий, самораспространяющийся высокотемпературный синтез.

Качество очистки отработавших газов дизелей от вредных веществ в зависимости от содержания в составе каталитических блоков нейтрализаторов родия рассмотрено в работах целого ряда отечественных и зарубежных ученых, в том числе В.В. Горбунова, Н.Н. Патрахальцева, О.И. Жегалина, П.Д. Лупачева, В.И. Иванова, В.Н. Луканина, С.Кнаб, К. Weidman. Родий относится к d-элементам переходных металлов платиновой группы [1]. Использование родия в каталитических нейтрализаторах отмечалось и ранее в виде напыления на поверхности носителей. Широкое использование родия чистотой 99,999 % ограничивается его высокой ценой на международном рынке.

В Алтайском государственном техническом университете подтверждена возможность использования одним из компонентов в составе шихты родия при получении пористых проницаемых каталитических материалов

высокотемпературным синтезом .

Влиянию родия в составе пористых проницаемых каталитических СВС (самораспространяющийся высокотемпературный синтез) - блоков нейтрализаторов на качество очистки отработавших газов дизелей практически не уделено внимание, и вопрос оставался не исследованным, а отсутствие информации делает неопределенным перспективы его использования для снижения вредных выбросов дизелей.

Использование родия в системах СВ - синтеза практически не описано в литературе. Нет вообще сведений о влиянии родия на физико-механические характеристики материалов, полученных в сложных системах, получаемых СВ - синтезом.

В результате обработки экспериментальных материалов было обнаружено, что дозировка родия не влияет на средний диаметр пор в СВС - материале, его пористость и извилистость пор.

Предполагается, что расплавленный алюминий в процессе СВ - синтеза, растекаясь по образцу, взаимодействует с твердыми частицами других более тугоплавких металлов, в том числе родия, температура плавления которого составляет 2236 К, образуя на их поверхности тонкий слой продуктов, происходит насыщение расплава, в том числе, родием за счет непрерывного растворения слоя продуктов [2].

Оценка эффективности каталитической очистки газов на полученных материалах с содержанием в шихте родия от 0,1 до 0,4 % по массе производилась на исследовательском комплексе, включающем в качестве генератора газов дизель КамАЗ-740 (8Ч 12/12). В целях сохранения идентичности состава отработавших газов испытания проводились при одинаковых условиях, при одинаковых подачах топлива по нагрузочным характеристикам при частоте вращения коленчатого вала 2600 мин⁻¹ и значениях среднего эффективного давления 0...0,35...0,55...0,78 МПа, температуре окружающей среды $T_0 = 298$ К, давлении окружающей среды $p_0 = 0,105$ МПа, влажности $W = 50$ %. При идентичных условиях окружающей среды проводились испытания по внешней скоростной характеристике при частотах вращения коленчатого вала 1400...1800...2200...2600 мин⁻¹.

Незначительные концентрации родия в составе шихты не дают возможности проявления влияния его на образование "каркаса" материала, свойствами которого и являются средний приведенный диаметр пор, пористость и извилистость пор.

Если одновременно проводить анализ, учитывающий изменение соотношения массовой доли родия к массовой доле алюминия, то картина изменения $d_{п}$, Π и ξ остается прежней. Из этого следует вывод о незначительном влиянии родия на диаметр пор, пористость и извилистость пор в СВС - материалах [3].

Практически неизменной при изменении концентрации родия в шихте остается и удельная поверхность материалов. Удельная поверхность матери-

алов при изменении дозировки в шихту родия в диапазоне 0,1...0,4 % по массе изменяется от 108,7 до 105 м²/г. Можно сделать предположение о том, что малые концентрации не влияют на развитие удельной поверхности материалов.

Каркасообразующими материалами остаются железо (Fe), никель (Ni) и хром (Cr), алюминий (Al). Таким образом, на величину удельной поверхности материала концентрация в шихте родия влияния не оказывает

Обнаружено, что с увеличением концентрации родия в составе шихты механическая прочность при сжатии увеличивается с 9,2 до 10,4 МПа или 1,13 раза, а механическая прочность при изгибе с 3,2 до 6,1 МПа или в 1,9 раза, что свидетельствует о проявлении легирующих свойств родия.

Исследование зависимости проницаемости каталитических материалов от содержания родия в шихте не дало возможность определить таковую. Возможно, это объясняется низкой концентрации родия в шихте.

При изучении каталитических свойств полученных материалов обнаружено, что родий способствует снижению температуры воспламенения сажи на их поверхностях. Этим объясняется незначительное, но увеличение качества очистки отработавших газов от твердых частиц при увеличении концентрации родия до 0,3 % по массе. Качество очистки от оксида углерода (CO) при этом возрастает с 60 % до 80 %, от углеводородов (C_xH_y) - с 51 % до 69 %, от оксидов азота (NO_x) с 21 % до 49 % [4].

Эффективность очистки газов при увеличении концентрации родия в шихте до 0,3 % проявляется по оксидам азота (в 2,33 раза), оксиду углерода (в 1,33 раза), углеводородам (в 1,32 раза), твердым частицам незначительно (в 1,01 раза).

Библиографический список

1. Гшейдер, К.А. Сплавы редкоземельных металлов/ К.А. Гшейдер// М.: Мир, 1965.- 427 с.
2. Лебедева, О.А. Разработка промышленных СВС-фильтров на основе отходов машиностроения для очистки жидких и газовых сред / О.А. Лебедева, Н.П. Тубалов, В.В. Евстигнеев и др. // Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: материалы и технологии: Сб. научн. трудов / Под ред. доктора ф.-м. наук, проф. В.В. Евстигнеева, к. ф.-м. наук В.М. Белова. - Новосибирск: Наука, 2001.- С. 44-47.
3. Горлова, Н.Н. Применение хрома в системах очистки отработавших газов дизелей от вредных веществ / Н.Н.Горлова, А.А. Мельберт, Д.С. Печенникова, Т.В. Новоселова, Н.Е. Дорофеева // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2013.- №1.- С. 194-197.
4. Медведев, Г.В. Влияние температуры отработавших газов дизеля на качество очистки их от вредных веществ/ Г.В. Медведев, А.Л. Новоселов, Т.В. Новоселова, А.А. Мельберт // Ползуновский вестник.- 2012 - № 3/1 - С. 150-154..

ГРАФЕН. ДЕНДРИМЕРЫ. СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Байдалин А.Д.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lvikt.kowalenco@yandex.ru*

В последние десятилетия активно развивается новая область химии высокомолекулярных соединений, связанная с синтезом трехмерных суперразветвленных полимеров, названных дендримерами (от греческого dendron – дерево). При их получении с каждым элементарным актом присоединения мономера количество разветвлений увеличивается, что приводит к увеличению молекулярной массы, изменению формы и жесткости молекул и тем самым изменению физико-химических свойств таких, как плотность, растворимость, вязкость и др. Какими уникальными свойствами обладает графен? Каковы перспективы его применения в нанoeлектронике? И как получить трехмерные кристаллы? Рассмотрению некоторых особенностей дендримеров и графена посвящена настоящая статья.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, материаловедение, технологии материалов, графен, дендримеры.

Дендримеры.

Возможность получения сверхразветвленных макромолекул обсуждалась П. Флори (Flory) ещё в 1952 г. Он установил, что полимеризация с образованием разветвленных молекулярных цепей не может привести к образованию макроскопической пространственной сетки, а остановится на образовании отдельных высокократветвленных макромолекул. В пространственной архитектуре дендримеров выделяют три основных компонента: ядро, или корень, боковые дендроны (или ветви) и концевые (терминальные) группы. Молекула дендримера состоит из 1–4 крон (дендронов), растущих из одного корня. В зависимости от степени разветвленности дендритных заместителей говорят о дендримерах первого, второго и т.д. поколений, или генераций (G1, G2, ...). Дендример первого поколения (первой генерации) имеет одну точку ветвления в каждой ветви, второго поколения – две точки ветвления и т.д. Номер генерации дендритных заместителей, а также их химическое строение определяют свойства макромолекул. Рост ветвей возможен во всех направлениях, и уже после 3 – 4 генераций молекула приобретает форму, близкую к сферической.

Так как все макромолекулы на каждой стадии контролируемого синтеза увеличивают молекулярную массу на одинаковую величину, то образующиеся полимеры являются монодисперсными, т.е. содержат макромолекулы одинаковой массы и размера. Регулярность строения дендрона, известные значения длин связей и углов позволяют с большой точностью рассчитать

размеры и молекулярную массу дендритной макромолекулы. Современные методы позволяют получать регулярные дендримеры, макромолекулы которых имеют строго определенную молекулярную массу и одинаковую структуру, которые незначительно отличаются от теоретически рассчитанных. В зависимости от пространственного строения макромолекулы выделяют сферические дендримеры (разветвлённые группы исходят из центрального ядра), цилиндрические и линейные дендримеры (ответвления происходят из точек, расположенных вдоль основной полимерной цепи).

Первый направленный синтез по дивергентной схеме был осуществлен в 80-х годах Томалиа. Для формирования центра или ядра макромолекулы был использован аммиак, который количественно реагирует с метилакрилатом («А») по реакции Михаэля. Образовавшееся трехфункциональное соединение после очистки было подвергнуто обработке избытком диамина при комнатной температуре, в результате чего был сформирован зародыш макромолекулы («Б»), который после очистки был обработан метилакрилатом, т.е. проведена реакция. Далее путем последовательно повторяющихся операций: очистка - «Б» - очистка - «А» - очистка и т.д. был получен дендример с молекулярной массой, достигающей до $7 \cdot 10^5$.

В настоящее время дендримеры активно исследуются в связи с возможностью их использования в самых разных областях. Дендримеры могут служить своеобразными контейнерами для создания системы металлических наночастиц практически одинакового размера, которые могут использоваться как катализаторы химических реакций, при изготовлении электронных устройств, специальных покрытий. Дендримеры с фотохромными группами способны преобразовывать световую энергию, что перспективно для использования в оптических устройствах. Дендримеры способны образовывать комплексы с другими молекулами, причем стабильность таких комплексов контролируется состоянием внешней среды. Это открывает возможности использования дендримеров в медицине в качестве носителей для направленной доставки генов или лекарственных веществ.

Благодаря контролируемому и воспроизводимому с большой точностью размерам макромолекул, дендримеры уже используются для калибровки в масс-спектрометрии, электронной и атомной спектроскопии, ультрафильтрации. Дендримеры, содержащие тяжелые металлы, используются в медицинской диагностике в качестве рентгеноконтрастного вещества.

Графен.

Графен – двумерная аллотропная модификация углерода, образованная слоем атомов углерода толщиной в один атом, находящихся в sp^2 -гибридизации и соединённых посредством σ - и π -связей в гексагональную двумерную кристаллическую решётку. Его можно представить как одну плоскость графита, отделённую от объёмного кристалла. По разным оценкам, графен обладает большой механической жёсткостью и рекордно большой теплопроводностью. Высокая подвижность носителей заряда (макси-

мальная подвижность электронов среди всех известных материалов) делает его перспективным материалом для использования в самых различных приложениях, в частности, как будущую основу наноэлектроники и возможную замену кремния в интегральных микросхемах.

Из-за особенностей энергетического спектра носителей графен проявляет специфические, в отличие от других двумерных систем, электрофизические свойства.

За «передовые опыты с двумерным материалом - графеном» А. К. Гейму и К. С. Новосёлову была присуждена Нобелевская премия по физике за 2010 год. В 2013 году Михаил Кацнельсон награждён премией Спинозы за разработку базовой концепции и понятий, которыми оперирует наука в области графена. Также были получены аналогичные соединения для кремния (силицен), фосфора (фосфорен), германия (германен).

Кусочки графена получают при механическом воздействии на высокоориентированный пиролитический графит или киш-графит. Сначала плоские куски графита помещают между липкими лентами (скотч) и расщепляют раз за разом, создавая достаточно тонкие слои (среди множества полученных плёнок могут попадаться одно- и двуслойные, которые и представляют интерес). После отшелушивания скотч с тонкими плёнками графита прижимают к подложке окисленного кремния. При этом трудно получить плёнку определённого размера и формы в фиксированных частях подложки (горизонтальные размеры плёнок составляют обычно около 10 мкм). Найденные с помощью оптического микроскопа слабо различимые (при толщине диэлектрика 300 нм) плёнки подготавливают для измерений. Толщину можно определить с помощью атомно-силового микроскопа (она может варьироваться в пределах 1 нм для графена) или, используя комбинационное рассеяние. Используя стандартную электронную литографию и реактивное плазменное травление, задают форму плёнки для электрофизических измерений.

Считается, что на основе графена можно сконструировать баллистический транзистор. В марте 2006 года группа исследователей из технологического института штата Джорджия заявила, что ими был получен полевой транзистор на графене, а также квантово-интерференционный прибор. Исследователи полагают, что благодаря их достижениям в скором времени появится новый класс графеновой наноэлектроники с базовой толщиной транзисторов до 10 нм. Данный транзистор обладает большим током утечки, то есть нельзя разделить два состояния с закрытым и открытым каналом.

Использовать напрямую графен при создании полевого транзистора без токов утечки не представляется возможным из-за отсутствия запрещённой зоны в этом материале, поскольку нельзя добиться существенной разности в сопротивлении при любых приложенных к затвору напряжениях, то есть не получается задать два состояния, пригодных для двоичной логики: проводящее и непроводящее. Сначала нужно как-то создать запрещённую зону достаточной ширины при рабочей температуре, чтобы термически возбуждённые носители давали малый вклад в проводимость. Другая область

применения заключается в использовании графена в качестве очень чувствительного сенсора для обнаружения отдельных молекул химических веществ, присоединённых к поверхности плёнки. В этой работе исследовались такие вещества, как NH₃, CO, H₂O, NO₂. Сенсор размером 1 × 1 мкм использовался для детектирования присоединения отдельных молекул NO₂ к графену. Принцип действия этого сенсора заключается в том, что разные молекулы выступают донорами и акцепторами, что в свою очередь ведёт к изменению сопротивления графена. Ещё одна перспективная область применения графена – его использование для изготовления электродов в ионисторах (суперконденсаторах). Опытные образцы ионисторов на графене имеют удельную энергоёмкость 32 Вт·ч/кг, сравнимую с таковой для свинцово-кислотных аккумуляторов (30–40 Вт·ч/кг). Недавно был создан новый тип светодиодов на основе графена (ЛЕС), а в 2011 году в журнале *Science* была опубликована работа, в которой на основе графена предлагалась схема двумерного метаматериала (может быть востребован в оптике и электронике).

Библиографический список

1. Захарова О.Г. Дендримеры: синтез, свойства, применение: учебно-методические материалы по программе повышения квалификации «Новые материалы электроники и оптоэлектроники для информационно-телекоммуникационных систем»/ О.Г. Захарова, С.Д. Зайцев, Ю.Д. Семчиков// Нижний Новгород.: НГУ им. Н.И. Лобачевского, 2006.- 81 с.
2. Семчиков Ю.Д. Дендримеры– новый класс полимеров// Соросовский образовательный журнал, 1998, № 12, С. 45-51.
3. Сергеев В.Г. Нанохимия. М.: МГУ, 2003.- С. 288.
4. Лозовик Ю.Е. Коллективные электронные явления в графене / Ю.Е. Лозовик, С.П. Меркулова, А.А. Соколик/ УФН.- 2008. -Т. 178. - № 7.- С. 757-776.

УДК 669.539.382:669.17

ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ В ПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ РЕЛЬСОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Морозов К.В., Алсараева К.В., Перегудов О.А.

Научный руководитель: д-р физ.-мат.наук, профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: morozov_kv75@mail.ru*

Методами сканирующей и просвечивающей электронной дифракционной микроскопии и измерения микротвердости изучена эволюция структурно-фазовых состояний и свойств поверхностных слоев рельсов на глубину до 10 мм после длительной эксплуатации.

Ключевые слова: рельсы, структура, фазовый состав, дефектная субструктура, эксплуатация.

Эксплуатационная стойкость рельсов является одним из неперенных условий надежной работы железных дорог в современных условиях интенсификации движения и высокой грузонапряженности. Объемная закалка в масле и высокий отпуск, предусмотренные ГОСТом 18267-72, являются в настоящее время одним из широко распространенных методов термического упрочнения рельсов, позволяя получить однородную структуру сорбита или троосто-сорбита закалки [1-3]. Длительная эксплуатация рельсов сопровождается существенным изменением структуры и свойств поверхностного слоя материала, формированием дефектов, приводящих к изъятию рельсов [2]. Целью настоящей работы являлся анализ эволюции структуры, фазового состава и дефектной субструктуры головки рельсов Р65 при длительной эксплуатации на железной дороге.

В качестве материала исследования использовали рельсы Р65, произведенные на Кузнецком металлургическом комбинате. Образцы были вырезаны из рельсов в исходном состоянии и после эксплуатации на Свердловской железной дороге. После пропущенного тоннажа 500 и 1000 млн. т брутто рельсы были изъятые по боковому износу. Анализировали структуру стали на поверхности выкружки и на глубину до 10 мм.

После травления шлифов микроструктура рельсов выбранных проб, как и в [1], идентична и представлена сорбитом закалки с обрывками ферритной сетки. По мере удаления от поверхности дисперсность перлита незначительно уменьшается, также снижается доля ферритной составляющей.

Микротвердость рельсов после эксплуатации определяли по сечению головки в поперечном направлении методом Виккерса (нагрузка на индентор 2 Н) от поверхности по радиусу скругления выкружки на отрезке до ≈ 10 мм. Увеличение пропущенного тоннажа рельсов в 2 раза приводит к существенному (в $\sim 1,5$ раза) увеличению микротвердости поверхностного слоя толщиной до 10 мм. При этом в рельсах после пропущенного тоннажа 1000 млн. т формируется структура с явно выраженным упрочненным поверхностным слоем. Исследование изломов после 1000 млн. т брутто пропущенного тоннажа выявило формирование в результате эксплуатации рельсов многослойной структуры: поверхностного слоя толщиной до 20 мкм и переходного слоя толщиной (200-300) мкм, переходящего в основной объем материала. Поверхностный слой характеризуется наличием большого количества микротрещин, микропор и выбоин. Структура переходного слоя характеризуется сравнительно малым (0,5...1 мкм) размером фасеток излома. Размер фасеток излома основного объема стали (4-5) мкм. Важно отметить, что пограничный слой, отделяющий переходный слой от основного объема стали, не содержит дефектов структуры деформационного происхождения (микропоры, микро-

трещины и т.п.).

Установлено, что после 500 млн. т брутто пропущенного тоннажа на расстоянии 10 мм от поверхности выкружки наблюдается структура, представленная зернами перлита пластинчатой морфологии, зернами (областями) феррито-карбидной смеси и зернами структурно свободного феррита. Основным типом структуры исследуемой стали являются зерна перлита. Подобная, по морфологическому признаку, структура наблюдается в рельсах и после 1000 млн. т брутто пропущенного тоннажа. Отличие заключается лишь в более развитой дислокационной субструктуре зерен структурно-свободного феррита.

Наиболее существенные преобразования структуры рельсов при эксплуатации на железной дороге происходят в поверхностном слое, различие в микротвердости материала достигают 1,5 крат. Основным типом структуры поверхностного слоя является фрагментированная субструктура с размерами фрагментов (субзерен) (250-300) нм для рельсов после пропущенного тоннажа 500 млн. т брутто и еще более мелкая, наноразмерного уровня, (100-150 нм) – для рельсов после 1000 млн. т брутто. О наноразмерном состоянии структуры поверхностного слоя стали после пропущенного тоннажа 1000 млн. т брутто свидетельствует и квазиколецовое строение микроэлектронограммы.

На расстоянии 2 мм от поверхности катания структура стали после эксплуатации (независимо от тоннажа) по морфологическому признаку близка к структуре объема материала: выявляются зерна пластинчатого перлита, зерна феррито-карбидной смеси и зерна структурно свободного феррита [1].

Эксплуатация рельсов после пропущенного тоннажа 500 млн. т брутто привела к эволюции состояния выявленных структурных составляющих рельсов. Во-первых, в 1,5-2 раза повысилась скалярная плотность дислокаций, расположенных в объеме ферритной составляющей материала. Во-вторых, были зафиксированы фрагментация и разрушение цементита пластинчатой морфологии (рисунок 1, а). В-третьих, наблюдалось формирование наноразмерных частиц карбидной фазы (рисунок 1, б). Наноразмерные частицы выявлялись во всех структурных составляющих рельсов: в зернах перлита, и в зернах феррито-карбидной смеси, и в зернах структурно свободного феррита, что указывает на протекание при эксплуатации рельсов многоступенчатого процесса: растворение частиц цементита исходного состояния, переход атомов углерода на дислокации (в атмосферы Коттрелла и ядра дислокаций), перенос дислокациями атомов углерода в объем ферритных зерен или ферритных прослоек, повторное выделение атомов углерода с образованием наноразмерных частиц цементита округлой формы.

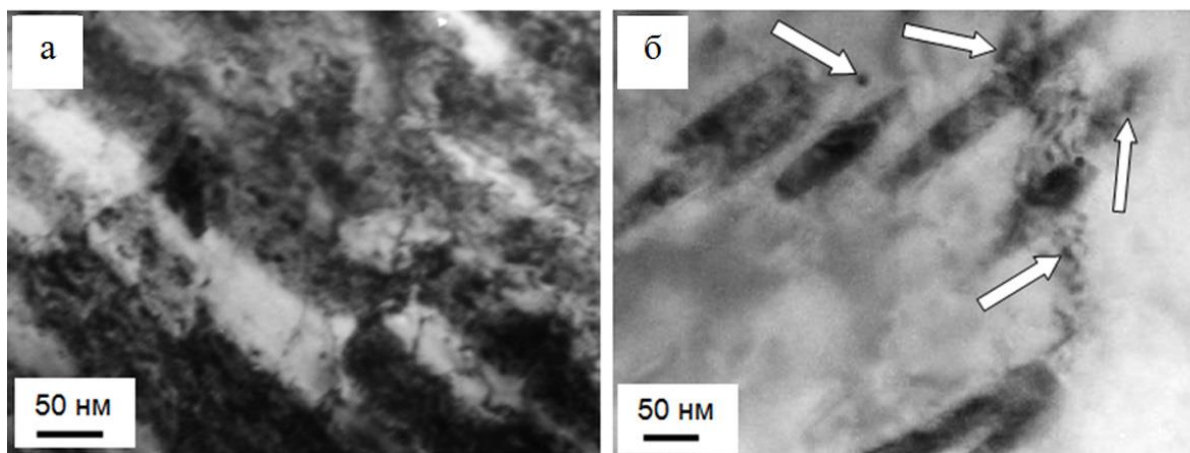


Рисунок 1 - Электронно-микроскопическое изображение структуры рельсов, формирующейся на расстоянии 2 мм от поверхности выкружки после пропущенного тоннажа 500 млн. т брутто; стрелками указаны наноразмерные частицы карбида железа

После пропущенного тоннажа 1000 млн. т брутто обнаружены зерна перлита с частичным или полным растворением пластин цементита. В этом случае на месте пластин цементита формируется некоторая совокупность частиц карбидной фазы округлой формы с размерами (15...30) нм. В зернах структурно-свободного феррита выявлена субзеренная структура. Субзерна имеют округлую форму, их размеры изменяются в пределах (0,3...0,6) мкм. Границы некоторых субзерен имеют выпукло-вогнутую форму, что свидетельствует об их высокой подвижности.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (проект МД-2920.2015.8), государственного задания № 3.1496.2014/К и гранта РФФИ (проект № 13-08-00416_a).

Библиографический список

1. Громов В.Е. Микроструктура закаленных рельсов/ В.Е. Громов, А.Б. Юрьев, К.В. Морозов, Ю.Ф. Иванов// Новокузнецк: Изд-во «Интер-Кузбасс», 2014.- 213 с.
2. Шур Е.А. Повреждение рельсов / Е.А. Шур// М.: Интекст. 2012.- 192 с.
3. Ворожищев В.И. Состав и технология производства рельсов повышенной работоспособности/ В.И. Ворожищев// Новокузнецк: Изд-во «Новокузнецкий полиграфический комбинат», 2008.- 351 с.

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОСТИ ДИСЛОКАЦИЙ НА ДИНАМИКУ РАСШИРЕНИЯ ДИСЛОКАЦИОННОЙ ПЕТЛИ ПО ВИНТОВОЙ ОРИЕНТАЦИИ В МЕДИ

Петелин А.Е.¹, Полосухин К.А.², Петелина Ю.П.¹

Научный руководитель: д-р физ.-мат.наук, профессор Колупаева С.Н.²

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
г. Томск, e-mail: ksn58@ya.ru, aepetelin@gmail.ru*

²*Томский государственный архитектурно-строительный университет, г. Томск*

С использованием разработанной авторами математической модели формирования зоны кристаллографического сдвига проведена серия вычислительных экспериментов, в результате которых показана существенная зависимость энергетических, масштабных, временных и количественных характеристик расширения винтовой дислокации от плотности дислокаций в меди.

Ключевые слова: кристаллографическое скольжение, винтовая дислокация, зона сдвига, математическая модель, медь.

Кристаллографическое скольжение – один из основных механизмов пластического формоизменения кристаллических тел. Деформация скольжения состоит из элементарных кристаллографических скольжений, ограниченных внутри кристалла замкнутой дислокацией. Макроскопическое формоизменение кристалла связано с распространением большого числа элементарных скольжений по различным кристаллографическим плоскостям и направлениям. Для изучения кристаллографического скольжения наряду с экспериментальными методами все чаще применяются методы имитационного и математического моделирования с использованием компьютерных экспериментов [1, С. 60-62; 2, С. 23-27].

В настоящей работе проведено исследование влияния плотности дислокаций в меди на динамику расширения дислокационной петли по винтовой ориентации с использованием математической модели [3, С. 95-96]. В расчетах предполагается, что дислокационная петля в начальной конфигурации имеет форму окружности и сохраняет её при расширении. Линейное натяжение считается одинаковым по всей длине петли, а напряжение, связанное с генерацией точечных дефектов за порогами на дислокации, равномерно распределено по всей длине петли.

Вычислительные эксперименты проведены для меди при значениях параметров математической модели [3, С. 95-96], характерных для комнатной температуры [4, С. 94; 5, С. 75-76]. Для расчетов использован разрабо-

танной авторами комплекс программ Dislocation Dynamics of Crystallographic Slip [6, С. 142-144; 7, С. 160-163].

В результате проведенного исследования показано, что текущий радиус дислокационной петли увеличивается нелинейно, быстро возрастая на начальном пробеге и незначительно при дальнейшем движении дислокации до её остановки (рисунок 1, а). Значение текущей скорости и кинетической энергии единицы длины винтовой дислокации после испускания дислокационным источником довольно быстро достигают максимального значения, после чего продолжительное время (по сравнению с начальным пробегом) убывают (рисунок 1, б).

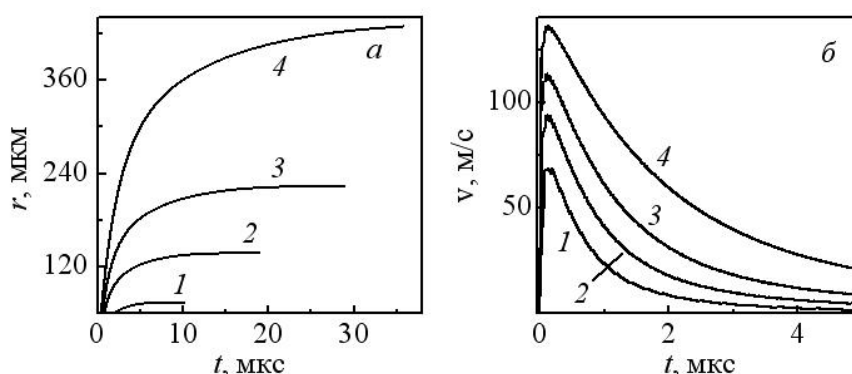


Рисунок 1 - Зависимость текущего радиуса (а) и скорости (б) первой испущенной дислокационным источником дислокационной петли по винтовой ориентации от времени её пробега при различной плотности дислокаций в меди, м^{-2} : 1 – 10^{12} , 2 – $7 \cdot 10^{11}$, 3 – $5 \cdot 10^{11}$, 4 – $3 \cdot 10^{11}$

Показано, что от плотности дислокаций в материале длина и время пробега винтовой дислокации зависят нелинейно (рисунок 2, а, б). При увеличении плотности дислокаций с $3 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-2}$ до 10^{12} м^{-2} практически в 4 раза уменьшается время пробега дислокации, примерно в 6 раз уменьшается длина пробега дислокации.

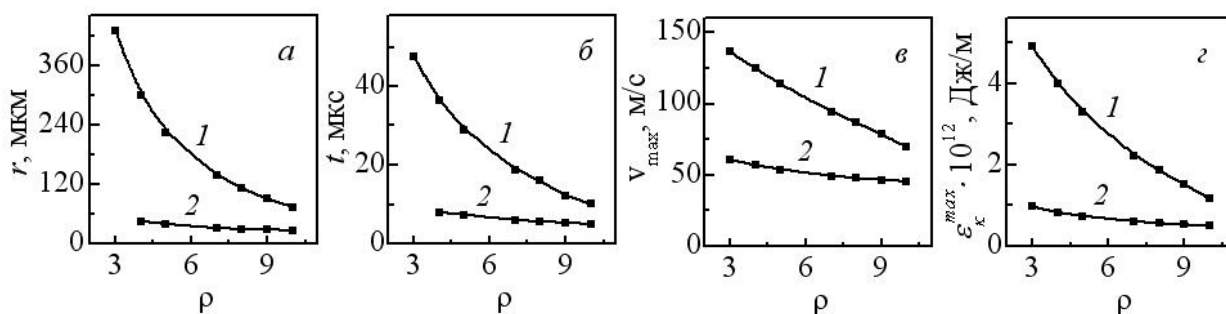


Рисунок 2 - Зависимость длины пробега (а), времени скольжения (б), максимальной скорости (в) и максимального значения кинетической энергии (г) винтовой дислокации от плотности дислокаций в меди, 1 – первая испущенная дислокационным источником дислокация, 2 – последняя испущенная дислокационным источником дислокация

Зависимость максимальной скорости и максимального значения кинетической энергии винтовой дислокации от плотности дислокаций в меди имеет квазилинейный характер. Увеличение плотности дислокаций с $3 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-2}$ до 10^{12} м^{-2} приводит к уменьшению максимальной скорости первой испущенной дислокационным источником дислокационной петли по винтовой ориентации примерно в 2 раза, а максимального значения кинетической энергии винтовой дислокации более чем в 4 раза (рисунок 2, в, з).

Для последней испущенной дислокационным источником винтовой дислокации максимальное значение скорости и кинетической энергии изменяются менее значительно, чем для первой испущенной дислокации (для приведенного выше примера примерно на 30 % и 90 % соответственно). Объясняется это существенным изменением количества дислокационных петель, образованных одним дислокационным источником. Так, при плотности дислокаций в меди 10^{12} м^{-2} зона кристаллографического сдвига состоит из 19 дислокаций, при плотности дислокаций $3 \cdot 10^{11} \text{ м}^{-2}$ – из 282 дислокаций.

Таким образом, в результате проведенного исследования показана существенная зависимость от плотности дислокаций энергетических, масштабных, временных и количественных характеристик расширения винтовой дислокации и формирования зоны кристаллографического сдвига в меди.

Библиографический список

1. Попов Л.Е. Моделирование элементарного скольжения/ Л.Е. Попов, М.И. Слободской, С.Н. Колупаева // Известия вузов. Физика.- 2006.- Т. 49, № 1.- С. 57-68.
2. Колупаева С.Н. Моделирование формирования зоны кристаллографического сдвига в меди с учетом ориентационной зависимости/ С.Н. Колупаева, А.Е. Петелин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика.- 2012.- № 4.- С. 20-32.
3. Петелин А.Е. Учет упругого взаимодействия дислокаций в математической модели формирования зоны кристаллографического сдвига в ГЦК-металлах/ А.Е. Петелин, С.И. Самохина, С.Н. Колупаева // Известия вузов. Физика.- 2013.- Т. 56.- № 8.- С. 95-100.
4. Фридель Ж. Дислокации.- М.: Мир.- 1967.- 644 с.
5. Бодряков В.Ю. Термодинамический подход к описанию металлических твердых тел/ В.Ю. Бодряков, А.А. Повзнер, И.В. Сафонов // Журнал технической физики.- 2006.- Т. 76.- Вып. 2.- С. 69-78.
6. Самохина С.И. Разработка программного комплекса для моделирования зоны сдвига в г.ц.к. металлах / С.И. Самохина, А.Е. Петелин // Вестник ТГУ. Приложение. Томск.- 2006.- № 18.- С. 141-145.
7. Колупаева С.Н. Программная поддержка математического моделирования пластической деформации в кристаллических материалах/ С.Н. Колупаева, А.Е. Петелин // Вестник ТГАСУ.- 2011.- № 3.- С. 159-163.

**НАУЧНАЯ ШКОЛА КАФЕДРЫ ФИЗИКИ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА В.М. ФИНКЕЛЯ: ОСНОВАТЕЛИ,
ДОСТИЖЕНИЯ И ПАРТНЕРЫ**

Высоцкая Е.А.

Научный руководитель: д-р физ.- мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vikt.kowalenco@yandex.ru*

В работе представлены результаты изучения становления и развития научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий», созданной в 60-е годы в Сибирском металлургическом институте им. С. Орджоникидзе (ныне СибГИУ) на кафедре физики. Доклад по данной теме был представлен на ежегодном VI региональном фестивале молодёжных творческих проектов «Моя профессия – мой вуз», посвящённом 85-летию СибГИУ.

Ключевые слова: научная школа, научная конференция, прочность, пластичность, металлы, сплавы, энергетические воздействия.

В 2014 году впервые в СибГИУ начала работу физико-техническая школа при кафедре физики имени профессора В.М. Финкеля. Это кафедра, в составе которой работают только кандидаты и доктора наук, на которой практически ежегодно проводятся новые актуальные исследования в области физики конденсированного состояния и материаловедении. Что же послужило основой для успешного развития сегодня научной школы кафедры физики имени профессора В.М. Финкеля – основной вопрос, интересовавший настоящего исследователя.

Началось все с создания кафедры физики в 30-е годы, когда впервые в истории нашего города и Кузбасса стали проводиться актуальные для того времени научные исследования в области пластичности и хрупкости сталей и чугунов. Последние 60 лет становления и развития научных направлений в области физики конденсированного состояния, прочности и пластичности материалов были связаны с именами Петра Тимофеевича Орешкина, Виктора Моисеевича Финкеля, Льва Борисовича Зуева, Виктора Евгеньевича Громова, активно работавших в разное время на кафедре физики. Таким образом, в СибГИУ, а тогда в Сибирском металлургическом институте, создалась научная школа «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий», которая активно работает и сегодня преимущественно по трём крупным направлениям исследований:

- фундаментальное: физические механизмы прочности и пластичности металлов, сталей и сплавов при внешних электромагнитных воздействиях;
- прикладное: физическое материаловедение в современных техноло-

гиях обработки металлов давлением;

- методическое: аппаратное и методическое обеспечение фундаментальных и прикладных исследований.

Сегодня сложилось устойчивое мнение, что основателем научной школы является доктор технических наук, профессор Виктор Моисеевич Финкель. На наш взгляд, основные достижения В.М. Финкеля как ученого связаны с проведением экспериментальных исследований разрушения сталей и сплавов, в результате которых было установлено, что развитие магистральной трещины представляет собой процесс зарождения, возбуждения и объединения микротрещин в ее вершине.

Важно подчеркнуть, что большой вклад в становление и развитие научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий» внес ученик В.М. Финкеля, выпускник Сибирского металлургического института, заведующий кафедрой физики до 1984г., а ныне доктор физико-математических наук, профессор Лев Борисович Зуев. Л.Б. Зуев сегодня заведует лабораторией физики прочности в Институте физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук в г.Томске. Лев Борисович Зуев является основоположником в области исследования электропластического эффекта в щелочно-галогенидных кристаллах и автоволн локализации пластического течения, а также разработал и обосновал принцип создания новых сплавов на основе циркония для ядерной энергетики за счет малых изменений содержания кислорода и других элементов и применил для исследований таких сплавов новые физические методы исследования [1, С.164-165]. Сегодня научную школу СибГИУ «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий» возглавляет ученик В.М. Финкеля и Л.Б. Зуева доктор физико – математических наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ Виктор Евгеньевич Громов.

Достижения представителей научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий» внесли большой вклад в развитие научно-производственных отношений в Кузбассе, они широко известны за рубежом и являются признанными на российском и международном уровнях. Сотрудники научной школы не раз становились победителями и призерами различных конкурсов. Среди них есть Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, Лауреаты Премии им. И.П. Бардина РАН, Лауреаты Премии Губернатора Кемеровской области «Молодость Кузбасса», победители конкурса Кемеровской области «Лучший молодой ученый года», победители конкурса грантов Президента РФ. Большинство научных результатов широко внедряются в практику, подтверждением чему являются ряд патентов на изобретения: способ прокатки листовой стали в клети ТРИО ЛАУТА, генератор мощных токовых импульсов для интенсификации процессов обработки металлов давлением, компьютерный комплекс фиксирования данных эксперимента при испытании на ползучесть,

способ управления ползучестью алюминия марки А85 и другие.

За последние 15 лет в рамках научной школы кафедры физики им. проф. В.М. Финкеля защищены 7 докторских и 39 кандидатских диссертаций. Данный факт говорит о важности и перспективности для науки и производства исследований в области физики конденсированного состояния и материаловедения.

Подчеркнем, что на протяжении многих десятилетий активной работы научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий» формировались тесные научные связи с партнерами, являющимися представителями различных научных школ как в России, так и за ее пределами. Это профессор А.М. Глезер (г.Москва), профессор В.И. Бетехтин (г.Санкт-Петербург), профессор Э.В. Козлов и профессор Н.А. Конева (г.Томск), академик РАН В.Е. Панин (г.Томск), профессор Ю.Ф. Иванов (г.Томск), профессор М.Д. Старостенков (г.Барнаул) и др.

Кафедра физики им. проф. В.М. Финкеля в рамках научной школы занимается подготовкой специалистов по профилю «Наноматериалы и нанотехнологии». Необходимо подчеркнуть, что успешность ученых в данной области возможна, если они находятся на «гребне» событий современных нанотехнологий. Подтверждением тому является активная жизненная позиция руководителя научной школы В.Е. Громова, который в 2012 г. участвовал в Международной конференции по наноструктурным материалам в Греции, где познакомился с профессором Глейтером, который впервые ввел в научный оборот термин «наноматериалы» в 1981 г.

Основными достижениями научной школы, которые привлекли наибольшее внимание, являются:

- установлена физическая природа разрушения сталей различных структурных классов и частичного восстановления их ресурса в условиях обработки токовыми импульсами при усталости,

- установлены физические закономерности формирования поверхностных слоев металлов и сплавов при электровзрывном легировании и последующей обработке сильноточными электронными пучками,

- установлены основные закономерности ползучести при воздействии слабыми электрическими потенциалами,

разработаны способы комбинированной обработки материалов, сочетающей электровзрывное легирование поверхности сталей и сплавов и последующее импульсно-периодическое электронно-пучковое воздействие.

В заключение приведем замечательную фразу профессора В.Е. Громова, которую он написал в своей книге «Заметки по пути»: «Я – патриот своей родины и не променяю ее на другую страну, пусть даже с райскими условиями работы и жизни. Но, тем не менее, увиденное на конференциях за границей впечатляет. Как говорил один известный советский физик «Наука дает возможность удовлетворять свое любопытство за государственный счет. И это не только научное любопытство. Знакомство с

достопримечательностями городов, где проводились конференции, – это приятное дополнение» [2, С. 183].

Сложилось впечатление, что эта фраза очень наполнена патриотическим призывом к возрождению и развитию науки в нашей родной стране – России, что, безусловно, должно стимулировать молодых исследователей, ученых продолжать большое дело старшего поколения, являющегося яркими представителями научной школы «Прочность и пластичность материалов в условиях внешних энергетических воздействий».

Библиографический список

1. Зуев Л.Б. Верь сам в себя... – Томск: Изд-во НТЛ, 2012. – 172 с.
2. Громов В.Е. Заметки по пути. – Новокузнецк: Новокузнецкий полиграфический комбинат, 2010. – 200 с.

628.9.038

НЕБОЛЬШОЙ РАЗМЕР, НО КАЧЕСТВЕННОЕ ОСВЕЩЕНИЕ - КАК?

Соколова Р.А.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук Лукаш В.С.

*Томский государственный университет систем
управления и радиоэлектроники,
г. Томск, e-mail: radmila.sokolova.1993@mail.ru*

В данной статье представлены результаты работы, проведенной на базе ТУСУРа и НИИПП (Национально-исследовательский институт полупроводниковых приборов) города Томска. На сегодняшний день энергоэффективность является одной из важнейших показателей приборов электроники. В связи с этой проблемой было сконструированы и смоделированы светильники на основе полупроводниковых источников света.

Ключевые слова: моделирование, светильник, освещение, полупроводниковые источники света, трехлучевая система.

При создании осветительных установок и выборе средств освещения нельзя исходить только из принципа «нравится - не нравится». От качества освещения зависят и производительность труда, и уровень брака, а также расход электроэнергии.

В рамках данного исследования использовался современный подход численного моделирования в пакете FlowSimulation (для разработки корпусов) и программе LightTools (для разработки профиля защитного стекла и отражателей, а также моделирование освещения). Объектом исследования является светильник, представленный на рисунке 1.

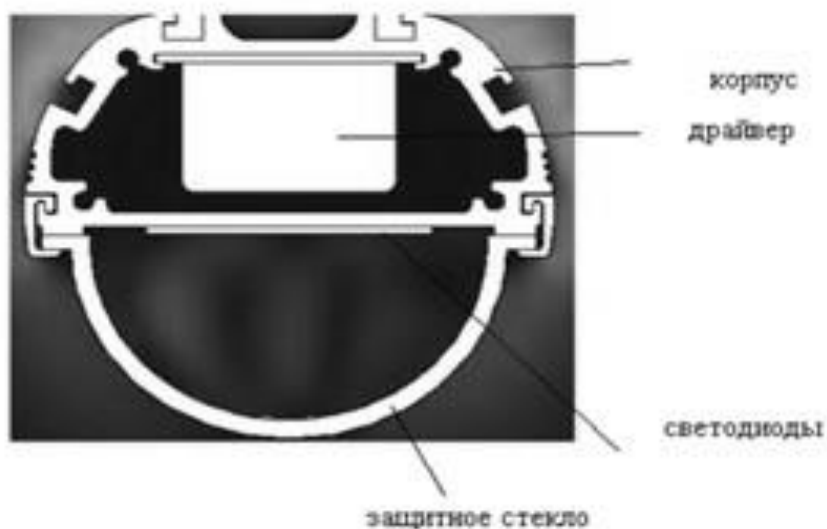


Рисунок 1 - Схематическое изображение модуля светильника

При исследовании светотехнической части светильника были изучены отражающие способности всех материалов и покрытий, изучены потери светового потока при выводе излучения через защитное стекло. Диаграмма светового распределения формируется тремя относительно узкими пучками лучей (рисунок 2), [1].

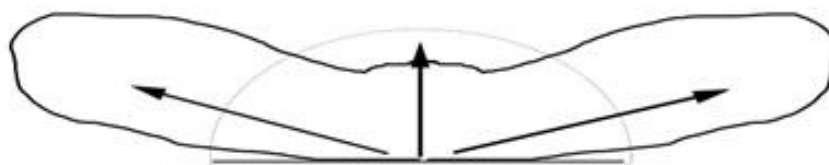


Рисунок 2 - Трехлучевая схема диаграммы направленности светильника

Таким образом, для такой трехлучевой схемы вид защитного стекла – полуцилиндр является наиболее рациональной формой (рисунок 3).



Рисунок 3 - Форма защитного стекла модульного светильника

Отсутствие возможности авторегулирования освещения существенно усложняет процесс изготовления сложных отражателей для формирования произвольной диаграммы светового распределения. В ходе моделирования

представляется сборка нескольких простых зеркал с помощью лазерной сварки (рисунок 4).

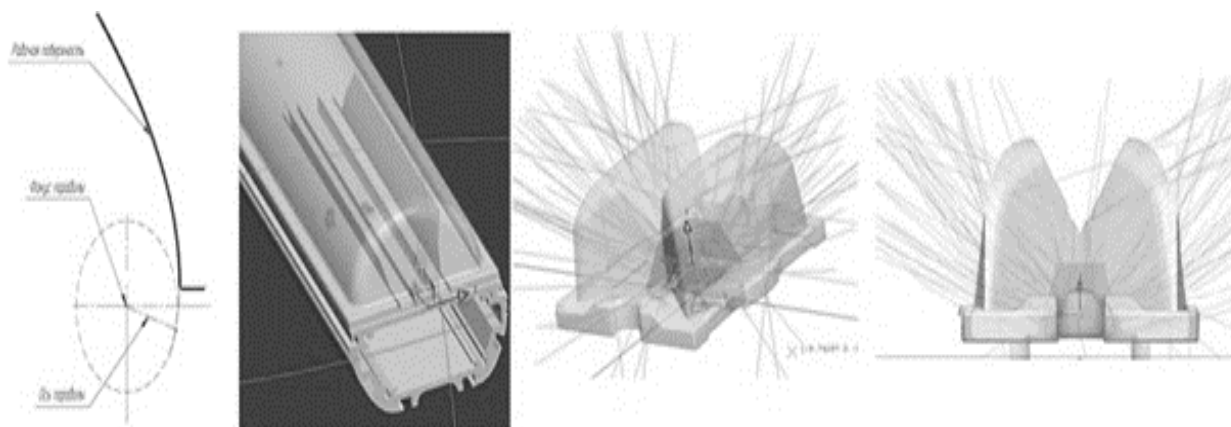


Рисунок 4 - Схема поперечного разреза отражателей, их расположение в модульном светильнике и модель излучения светильника

При разработке выше представленных светильников, было смоделировано освещение ограниченного пространства, была смоделирована ситуация с 12 светильниками. В результате моделирования и модернизации светильников и его составляющих было получено изображение распределения света (рисунок 5).

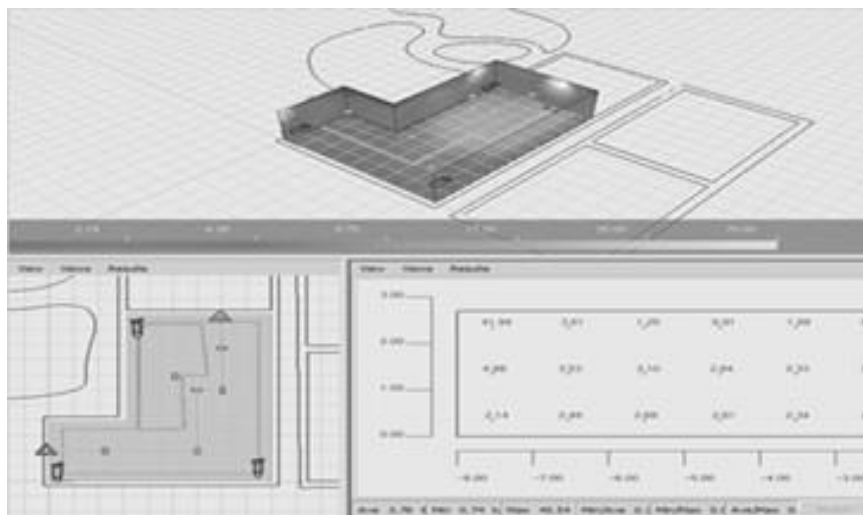
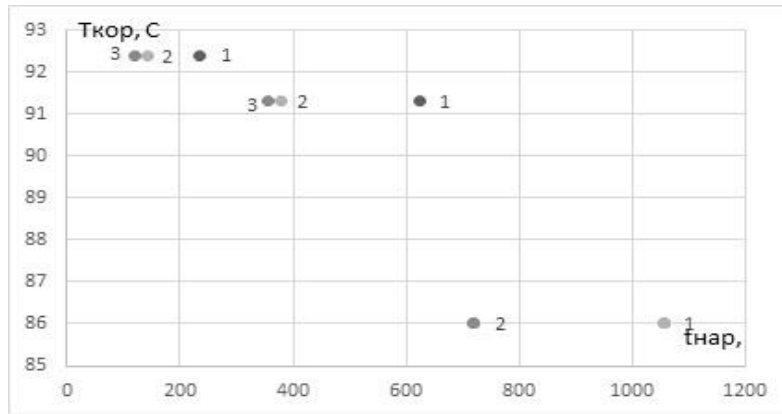


Рисунок 5 - Распределение света с помощью полупроводниковых источников света

В результате будущего использования светильников при освещении, потребителя интересует какое количество времени данные светильники обеспечат ему «достойное» освещение (падение светового потока на 30%). Потому, было рассчитано время наработки до отказа для 12 светильников (рисунок 6).



1 – 250 °С; 2 – 300 °С; 3 – 330 °С.

Рисунок 6 - График зависимости температуры корпуса от времени наработки до отказа

Как и у других источников света, рабочие характеристики полупроводниковых источников света со временем ухудшаются.

Библиографический список

1. Шуберт Ф. Светодиоды - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2008.- 496 с.

УДК 539

ИЗМЕНЕНИЕ СКОРОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНЫ В ТИТАНЕ ВТ1-0 ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКИ

Осинцев К.А., Бутакова К.А., Комиссарова И.А., Косинов Д.А.
Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Коновалов С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: konovserg@gmail.com*

Рассмотрен метод исследования структуры деформированного титана, связанный с изменениями малых вариаций скорости распространения ультразвука в них. Представлены результаты исследования изменения скорости звуковой волны в титане. Отражены закономерности изменения скорости ультразвука в технически чистом титане ВТ1-0, титане после термической обработки и титане после обработки электронными пучками.

Ключевые слова: титан, акустические методы, ультразвук, метод неразрушающего контроля, дефектоскопия материалов.

Существует две группы акустических методов, с помощью которых можно получать информацию о процессах, происходящих в твёрдом теле при его деформации. Речь идёт, с одной стороны, об акустической эмиссии, а с другой - изменениях таких характеристик, как скорость распространения ультразвука [1, С. 288].

Акустическая эмиссия представляет собой излучение ультразвуковых импульсов во время пластической деформации и разрушения. Излучение таких импульсов сопровождает любой элементарный акт пластического течения, имеющего релаксационную природу, начиная от движения отдельных дислокаций и заканчивая ростом магистральной трещины при разрушении. Спектр и длительность таких импульсов полностью определяются природой элементарного акта пластичности. Регистрация импульсов осуществляется с помощью пьезокристаллических датчиков и аппаратуры, предназначенной для обработки получаемого сигнала [1].

Датчик контактирует с образцом во время испытания и должен иметь полосу пропускаемого сигнала, соответствующую спектру излучаемых импульсов. При использовании достаточно чувствительной акустоспектральной аппаратуры можно получать информацию о характере деформационных процессов, идущих в твёрдом теле. Естественно, что все возможные оценки опираются на достаточно развитую теорию акустических свойств кристаллов. Метод акустической эмиссии широко используется в качестве метода неразрушающегося контроля в дефектоскопии материалов [1].

Вторая группа таких методов связана с измерениями малых вариаций скорости ультразвуковой волны в деформированных металлах и сплавах. На основе этого метода проведено исследование в настоящей работе.

Метод состоит в том, что в приборе используются два пьезопреобразователя, поочерёдно работающих в качестве излучателя и приёмника звуковых сигналов. Прошедший по образцу ультразвуковой импульс от одного из них преобразуется в другом в электрический сигнал, формирующий следующий вводимый в образец импульс. Частота генераций импульсов автоциркуляции определяется временем прохождения ультразвуком расстояния между двумя преобразователями, и, следовательно, скоростью распространения звука [1].

Принцип действия установки акустического неразрушающего контроля основан на теневом методе измерения акустических параметров среды. Суть метода заключается в периодическом возбуждении излучающего преобразователя (датчик совмещает приёмный и излучающий пьезопреобразователи), преобразователь формирует поверхностную акустическую волну в исследуемом материале. Волна распространяется от излучающего к приёмному преобразователю, где преобразуется в электрический сигнал, поступающий на вход осциллографа.

Для обеспечения устойчивой регистрации сигналов осциллограф синхронизируется импульсами генератора. Высокая частота дискретизации осциллографа позволяет регистрировать время распространения акустического сигнала с высокой точностью. Оцифрованный сигнал с осциллографа передаётся на персональный компьютер, где обрабатывается программным обеспечением, входящим в комплект Установки. Скорость акустической волны вычисляется как отношение расстояния между преобразователями ко времени распространения сигнала в исследуемом объекте.

Скорость ультразвуковых волн и затухание, определяемое по изменению энергии, являются информативными параметрами внутреннего состояния материала контролируемого изделия и могут быть использованы для неразрушающего контроля.

В работе в качестве материала исследования использованы образцы титана ВТ1-0. Часть из них была обработана следующими способами: термической обработкой (отжиг) и, как в [2-4], обработкой электронными пучками поверхности на установке СОЛО ИСЭ СО РАН, г. Томск.

Установлено, что в зависимости от состояния образцов, скорость распространения ультразвука в них меняется. В исходных образцах (без термообработки) скорость ультразвуковой волны имеет среднее значение 3366 м/с. В партиях титана, обработанных электронными пучками разных значений, скорость ниже. Она достигает максимальной средней скорости 3334 м/с в партии, обработанной электронными пучками со следующими параметрами: 10 Дж·см² 3 имп. 150 мкс 0,3 Гц, и минимальной - 3283 м/с в партии, обработанной электронными пучками с параметрами 25 Дж·см² 3 имп. 150 мкс 0,3 Гц. В партии образцов после термической обработки средняя скорость достигает значения 3309 м/с.

Полученные результаты могут свидетельствовать о том, что, как термическая обработка, так и электронно-пучковая обработка, изменяют структурно-фазовое состояние материала. Однако, для подтверждения этого факта необходимо проведение прецизионных электронно-микроскопических исследований.

Работа выполнена на оборудовании Центра коллективного пользования «Материаловедение» СибГИУ и при финансовой поддержке РФФИ (проект №14-08-00506а), гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - докторов наук (проект МД-2920.2015.8) и государственного задания № 3.1496.2014/К.

Библиографический список

1. Зуев Л.Б. Физика прочности и экспериментальная механика: учебное пособие / Л.Б. Зуев, С.А. Баранникова.- Новосибирск: Наука.- 2011.- 350 с.
2. Иванов Ю.Ф. Многоцикловая усталость нержавеющей стали, обработанной высокоинтенсивным электронным пучком: структура поверхностного слоя/ Ю.Ф. Иванов, Н.Н. Коваль, С.В. Горбунов, С.В. Воробьев, С.В. Коновалов, В.Е.Громов// Известия высших учебных заведений. Физика.- 2011.-Т. 54. № 5.-С. 61-69.
3. Иванов Ю.Ф. Модификация поверхностного слоя стали при электронно-лучевой обработке/ Ю.Ф. Иванов, Ю.А. Колубаева, С.В. Коновалов, Н.Н. Коваль, В.Е. Громов// Металловедение и термическая обработка металлов.-2008.- № 12. -С. 10-16.
4. Громов В.Е. Структурно-фазовые превращения при многоцикловой усталости нержавеющей стали, обработанной электронными пучками/ В.Е. Громов, Ю.Ф. Иванов, С.В. Воробьев, С.В. Горбунов, С.В. Коновалов //Проблемы черной металлургии и материаловедения.- 2011. -№ 1.- С. 57-63.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОДГОТОВКИ ВЫПУСКНИКОВ СИБГИУ В ОБЛАСТИ СОВРЕМЕННЫХ НАНОТЕХНОЛОГИЙ

Любочка А.В., Тяпкина В.Э.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vikt.kowalencko@yandex.ru*

В работе представлены результаты изучения опыта становления и развития нового профиля подготовки бакалавров «Наноматериалы и нанотехнологии» в рамках направления подготовки «Материаловедение и технологии материалов». Данные результаты были доложены на ежегодном VI региональном фестивале молодёжных творческих проектов «Моя профессия – мой вуз», посвящённом 85-летию СибГИУ.

Ключевые слова: нанотехнологии, наноматериалы, материаловедение, технологии материалов.

Интерес к наноматериалам и нанотехнологиям у обучающихся возник во время лекций «Основы нанотехнологий» в физико-технической школе СибГИУ. Сегодня «Наноматериалы и нанотехнологии» – это новый профиль подготовки бакалавров, а в будущем и магистров в СибГИУ. Возник интерес к этой области ещё и потому, что сегодня существуют новые перспективы развития материаловедения вообще, а также тот факт, что отрасль nanoиндустрии и соответствующее направление подготовки в вузах в сфере материаловедения, нанотехнологий и наноматериалов поддерживается на государственном уровне в России.

Так что же такое нанотехнологии? Нанотехнологии – это технологии манипулирования веществом на уровне атомов и молекул. Впервые термин «нанотехнология» был предложен японским профессором Норио Танигучи в 1974 г., а древнегреческий философ Демокрит по праву считается «дедушкой» нанотехнологий, поскольку ещё 2400 лет назад он впервые использовал слово «атом» для описания самой малой частицы вещества [1, С. 6-27, 222-225].

Сегодня нанотехнологии рассматриваются как своеобразная чудодейственная панацея от всех проблем, стоящих перед Человечеством. При этом уже хорошо известно, что наноматериалы обладают свойствами, которые ставят их вне конкуренции по сравнению с другими материалами. Можно уверенно говорить, что нанотехнологии формировались благодаря органическому сплетению трех естественных наук: физики, химии и биологии [1, С. 9-27].

Подготовкой бакалавров по профилю «Наноматериалы и нанотехнологии» занимается одна из известных своими научными достижениями кафедры физики имени профессора Финкеля, в составе которой работает лаборатория энергетических воздействий, активно развивающая нанотехнологии с целью поверхностного упрочнения металлов и сплавов. В целях качествен-

ной подготовки студентов, создания условий для занятия научно-исследовательской работой, прохождения всех видов практик и подготовки бакалаврских работ на самом современном уровне, с 2014 года кафедра физики является базовой кафедрой Института физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской Академии Наук - ведущего научного центра Сибири в области материаловедения.

Уже в 2014 г. впервые в Кемеровской области на 1-й курс по направлению «Материаловедение и технологии материалов» и профилю «НАНОМАТЕРИАЛЫ И НАНОТЕХНОЛОГИИ» был осуществлен набор студентов в количестве 24-х человек. Студенты уже в первые дни обучения в университете активно стали заниматься научной работой в лабораториях СибГИУ. Научная работа студентов стала возможной благодаря, активной научной деятельности сотрудников выпускающей кафедры физики имени профессора В.М. Финкеля и работающему в университете Центру коллективного пользования «Материаловедение», который располагает новейшим оборудованием для структурных исследований материалов. Таким образом, обеспечивается наилучшая подготовка кадров для сферы нанотехнологий.

В целях обеспечения тесного стратегического сотрудничества по подготовке специалистов и их будущего трудоустройства, СибГИУ налаживает партнерские контакты с ведущими научными и производственными центрами России в сфере наноматериаловедения. Основной базой, как было отмечено, является Институт физики прочности и материаловедения в г.Томске.

В настоящее время проводится активная работа по разработке проекта сетевой формы организации образовательного процесса между СибГИУ и Национальным исследовательским Томским политехническим университетом. Такое сотрудничество способно обеспечивать более качественное изучение дисциплин на базе кафедр и лабораторий ТПУ, который располагает современным оборудованием для исследований и разработок материалов с наноструктурой. Кроме этого, разрабатываются программы стратегического партнерства СибГИУ с научно-исследовательским институтом конструкционных материалов «Прометей» (г.Санкт-Петербург), Институтом физики имени Л.В. Киренского (г.Красноярск), Московским инженерно-физическим институтом (г.Москва), Институтом сверхпластичности материалов (г.Уфа, республика Башкортостан), Национальным исследовательским Томским государственным университетом (г.Томск), Московским институтом стали и сплавов (г.Москва), Институтом сильноточной электроники (г.Томск). Такое перспективное взаимодействие университета с известными научно-образовательными центрами России является очень важным, поскольку сможет обеспечить качественную и современную подготовку выпускников для их будущей профессиональной деятельности.

Безусловно, сложившаяся позитивная тенденция связана с широким охватом областей разработки, исследования и использования материалов неорганической и органической природы. А это – области машиностроения и приборостроения, авиационной и ракетно-космической техники, атомной

энергетики, твердотельной энергетики, nanoиндустрии, медицинской техники, спортивной и бытовой техники.

Следует подчеркнуть, что перспектива использования нанотехнологий и наноматериалов тесно связана с их внедрением практически во все сферы человеческой жизни [2, С. 5-12]. Это открывает большие перспективы выпускникам СибГИУ в получении достойной работы в различных областях современных технологий, перспективы карьерного роста в науке и на производстве, для чего создаются уже сегодня благоприятные условия.

Библиографический список

1. Нанотехнологии. Азбука для всех/ Под ред. Ю.Д. Третьякова.- М.: Физматлит, 2010.- 368 с.
2. Алфимова М.М. Занимательные нанотехнологии. – М.: Парк-медиа: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011.- 96 с.

УДК 621.785:669.1.08.29

СВОЙСТВА НАПЛАВКИ, СФОРМИРОВАННОЙ НА СТАЛИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ

Капралов Е.В., Романов Д.А.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: romanov_da@physics.sibsiu.ru*

Изучены структурно-фазовые состояния и механические свойства электродуговой наплавки порошковой проволокой EnD0tec DO*33 на сталь Hardox 400. Методами электронной дифракционной микроскопии и рентгеновского фазового анализа выявлено формирование многофазного состояния наплавки, представленного зернами α -железа и включениями карбидных фаз на основе железа, хрома и ниобия. Осуществлена дополнительная обработка наплавки высокоинтенсивным импульсным электронным пучком. Исследовано взаимное расположение зерен α -железа и частиц карбидных фаз. Установлено, что поверхностный слой наплавки находится в упруго-напряженном состоянии, сформированном вследствие сверхвысоких скоростей нагрева и охлаждения, инициированных импульсной электронно-пучковой обработкой. Показано, что микротвердость наплавленного слоя остается неизменной по всей глубине до 4,0 мм и превышает микротвердость подложки в 2,4 раза; износостойкость наплавки в 3 раза выше износостойкости стали, а коэффициент трения в 2 раза ниже коэффициента трения стали.

Ключевые слова: электродуговая наплавка, порошковая проволока, структурно-фазовые состояния, микротвердость, износостойкость, коэффициент трения.

Целью работы являлось изучение структуры и фазового состава износостойких покрытий, наплавленных электродуговым методом на мартенситную сталь, а также подвергнутых дополнительному облучению высокоинтенсивным импульсным электронным пучком.

Исследования поперечных шлифов покрытий, выполненные методами оптической микроскопии, показали, что толщина наплавленных слоев достигает 5,0–5,5 мм [1-5]. По глубине наплавки выделяются 4 слоя, которые отличаются друг от друга контрастом травления. В структуре поверхностного первого слоя толщиной 3,5-4,0 мм выделяются дендриты с осями первого и второго порядка. Среднее расстояние между ними 3 мкм. Расстояние между осями дендритов первого порядка 20 мкм. В промежутках между дендритами наблюдаются включения округлой формы размерами от 2 до 16 мкм. В первом слое выявляются продольные и поперечные трещины, что говорит о его хрупкости, обусловленной термическими напряжениями. Первый слой плавно переходит в приповерхностный слой толщиной 0,25-0,40 мм, который характеризуется мелкодисперсной зеренной структурой с размерами кристаллитов 3 мкм и частиц вторых фаз с характерными размерами 6 мкм, формирующих скопления. Промежуточный слой толщиной 0,25 мм имеет дендритную структуру с осями первого и второго порядка, среднее расстояние между которыми составляет 15-50 мкм и 5 мкм соответственно. В этом слое также наблюдаются включения частиц вторых фаз, которые располагаются между осями дендритов второго порядка. Отношение плотностей распределения частиц в слоях 1-3 равно 1:3:7 соответственно, что говорит об увеличении плотности распределения карбидов по глубине. В зоне термического влияния (ЗТВ) толщиной около 4 мм, располагающейся ниже наплавки, также выделяется тонкий слой толщиной 40 мкм, расположенный на границе раздела наплавки и стали. Зона термического влияния имеет закалочную структуру с кристаллами мартенсита пакетного и пластинчатого типа.

Основной фазой наплавленного слоя является α -железо (твердый раствор на основе ОЦК кристаллической решетки железа). Кроме α -железа в нем в разном количестве присутствуют карбиды железа и ниобия, силицид железа, а также графит, γ -железо (твердый раствор на основе ГЦК кристаллической решетки железа) и хром. Объемная доля частиц упрочняющих фаз (карбидов и силицидов) в наплавке составляет 38 %. Кроме того, в ней присутствуют графит и хром, не прореагировавшие с образованием частиц упрочняющих фаз, что указывает на возможность дополнительного упрочнения наплавки в результате выделения карбидов хрома (Cr_7C_3 и Cr_3C_2) при последующей термической обработке или при соответствующем изменении режима формирования наплавки. Отметим также, что в наплавке присутствует большое количество γ -железа.

Результаты полученные методами дифракционной электронной микроскопии экстрактных угольных реплик подтвердили, что основной фазой наплавки является твердый раствор на основе α -железа. Индицирование мик-

роэлектроннограмм показало, что упрочняющими фазами, экстрагированными из наплавки являются карбиды железа (Fe_3C), ниобия (NbC и Nb_2C), хрома (Cr_3C_2 и Cr_7C_3), а также карбиды сложного состава $\text{Fe}_3\text{Nb}_3\text{C}$ и $(\text{Fe}, \text{Cr})_7\text{C}_3$.

Форма частиц преимущественно глобулярная, их размеры изменяются от единиц до сотен нанометров. В отдельных случаях удается показать, что частицы располагаются в виде протяженных прослоек по границам зерен α -железа.

Темнопольный анализ структуры карбида железа выявил присутствие большого количества изгибных экстинкционных контуров, указывающих на изгиб-кручение кристаллической решетки карбидной фазы. Как правило, изгибные контуры начинаются и заканчиваются на границе раздела зерен карбида и зерен α -железа, указывая на то, что основными концентраторами напряжений в наплавке являются поверхности раздела карбид/ α -фаза. Частицы карбидов на основе хрома и ниобия располагаются преимущественно на границе раздела зерен α -железа и прослоек карбида железа. Размеры таких частиц, имеющих глобулярную форму, составляют 80 - 150 нм.

Частицы карбидов ниобия округлой формы с размерами в пределах от 5 до 20 нм преимущественно выявлены и в объеме зерен α -железа, где они располагаются хаотически.

Установлено, что микротвердость наплавленного слоя остается неизменной по всей глубине до 4,0 мм. Среднее значение микротвердости наплавленного слоя составляет 900 HV, что в 2,4 раза больше микротвердости основного материала.

Трибологические испытания наплавленного слоя проводили на поперечных шлифах. Количественный анализ полученных результатов исследования износостойкости материала свидетельствует о том, что фактор износа наплавки в 3 раза выше фактора износа исходной стали ($2,4 \cdot 10^{-7}$ и $7,8 \cdot 10^{-7}$ мм³/(м·Н) соответственно), а коэффициент трения в 2 раза ниже коэффициента трения исходной стали (0,14 и 0,28 соответственно).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук МК-4166.2015.2 и – докторов наук МД-2920.2015.8, РФФИ в рамках научных проектов №№ 13-02-12009 офи_м, 15-08-03411, 14-08-00506а, госзаданий Минобрнауки №№ 2708 и 3.1496.2014/К на выполнение научноисследовательской работы. Данная работа была выполнена с частичным использованием оборудования Центра коллективного пользования «Материаловедение» СибГИУ.

Библиографический список

1. Структура, фазовый состав и свойства наплавки, сформированной на стали электродуговым методом / Е.В. Капралов, С.В. Райков, Е.А. Будовских и др. // *Фундаментальные проблемы современного материаловедения.* - 2014.- Т. 11.- № 3.- С. 334–339.

2. Структурно-фазовые состояния и свойства покрытий, наплавленных на поверхность стали порошковыми проволочками / Е.В. Капралов, С.В. Рай-

ков, Е.А. Будовских и др.// Известия РАН. Серия физическая.- 2014.- Т. 78. - № 10.- С. 1266-1272.

3. Budovskikh E.A., Gromov V.E., Romanov D.A. The Formation Mechanism Providing High-Adhesion Properties of an Electric-Explosive Coating on a Metal Basis // Doklady Physics - 2013.- Vol. 58.- № 3.- P. 82-84.

4. Romanov D.A., Budovskikh E.A., Gromov V.E. Surface Relief and Structure of Electroexplosive Compo-site Surface Layers of the Molybdenum-Copper System // Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Tech-niques - 2011.- Vol. 5.- No. 6.- P. 1112-1117.

5. Surface modification by the EVU 60/10 electroexplosive system/ D.A. Romanov, E.A. Budovskikh, Y.D. Zhmakin, V.E. Gromov // Steel in translation.- 2011.- Vol. 41.- № 6. P. 464-468.

УДК 620.3

НАНОЖИДКОСТИ: ИСТОРИЯ, СВОЙСТВА, ПРИМЕНЕНИЕ

Меркулова К.В., Досымбетова А.А.

Научный руководитель: д-р физ.- мат. наук, доцент Коваленко В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vikt.kowalenco@yandex.ru*

В работе представлены результаты изучения литературных данных по наножидкостям, их некоторых свойств, особенностей и применении. Данные результаты были представлены на семинаре по основам нанотехнологии в рамках физико-технической школы СибГИУ.

Ключевые слова: нанотехнологии, наножидкости, наночастица, растворы, эмульсии.

Наножидкости – это жидкости, в которых равномерно распределены твердые наночастицы. Основу наножидкости составляют базовая жидкость и наночастицы какого-либо высокотеплопроводного материала. В качестве базовой жидкости чаще всего используют воду, этиленгликоль, машинное масло. Материалом для наночастиц служат металлы, оксиды металлов, углерод [1, С. 143-144].

В настоящее время все существующие методы изготовления наножидкостей подразделяют на одноступенчатые и двуступенчатые. Одноступенчатый метод, получивший название VEROS и предложенный в 1978 году, состоит в следующем. Металл (материал наночастиц) испаряется электронным пучком в вакуумной камере и здесь же оседает на покрытый маслом вращающийся диск. При двухступенчатых методах наночастицы сначала производятся, а затем вносятся в жидкость. По сравнению с одноступенчатыми методами, хорошо работающими для частиц из металлов, двухступенчатая техника предпочтительна для частиц из оксидов из-за их меньшей склонности к

агломерации. Сохранение стабильности очень важно с точки зрения стоимости внедрения - это позволит быстро начать использовать новый компонент в современных системах, поскольку их существенной перестройки не требуется. Все это вместе делает применение данной нанотехнологии весьма привлекательным для промышленных систем, для которых критически важно качественные теплопередача и теплообмен [2, С. 33-38].

Согласно современным представлениям, наножидкости можно разделить на истинные растворы, коллоидные растворы, наноэмульсии и магнитные жидкости. Их краткая характеристика состоит в следующем.

Истинные растворы – это системы с размером частиц менее 1 нм, состоящие из молекул, атомов или ионов растворенного вещества, которые следует рассматривать как однофазные или гомогенные системы.

Коллоидные растворы – это высокодисперсные двухфазные системы, состоящие из дисперсионной среды и дисперсионной фазы, с размером частиц от 1 до 100 нм.

Магнитные жидкости, содержащие наночастицы железа или его оксидов, используют в системе адресной доставки лекарственных препаратов в поврежденные органы. Аналогичные наноматериалы применяют для борьбы со злокачественными опухолями методом гипертермии: попав в опухоль, магнитные наночастицы убивают раковые клетки за счет локального разогрева поврежденной области в переменном магнитном поле. Рентгеноконтрастные наножидкости на основе танталата иттрия, «видимые» в рентгеновских лучах, позволяют получать изображение внутренних органов.

Наноэмульсии – это двухфазные дисперсные системы, в которых и дисперсная фаза и дисперсионная среда являются жидкостями, взаимно не смешивающимися друг с другом с размером частиц более 100 нм (вода и масло, молоко). При этом отмечают следующие особенности наноэмульсий:

- большая площадь удельной поверхности и поверхностная энергия, делающие наноэмульсии высокоэффективной транспортной системой,
- более высокая стабильность и стойкость к расслаиванию, флокуляции, коалесценции, седиментации по сравнению с макроэмульсиями,
- возможность изготовления на основе наноэмульсий кремов, пен, жидкостей и аэрозолей,
- низкая токсичность, что позволяет использовать наноэмульсии в медицине и косметике.

Наноэмульсии используют в медицине и фармакологии и их применение помогает снизить эффективность и побочные эффекты, уменьшив дозу лекарственных препаратов, уменьшить реакцию в месте введения, перевести в раствор нерастворимые лекарственные препараты. Помимо медицины наноэмульсии достаточно активно используют в производстве косметики, для изготовления антибактериальных и дезинфицирующих препаратов и микробиологии [3, С. 45-46]. Достигнутый результат очень важен для таких отраслей, как химия, нефтехимия и энергетика, он имеет значение для всех

промышленных приложений, использующих системы теплопередачи на солнечных электростанциях, ядерных электростанциях, электростанциях комбинированного цикла и т.п.

Наножидкости используются в промышленных установках для переноса энергии в виде тепла от точки, где эта энергия производится, в ту точку, где эта энергия будет использоваться. Чаще всего используются такие жидкости, как вода, этиленгликоль, масло и расплавленные соли. У них есть одна общая характеристика: низкая теплопроводность, которая ограничивает эффективность теплопередачи в системах, которые их используют. Новая технология преодолевает эти ограничения. В системах центрального отопления подобные жидкости могут повысить эффективность без увеличения мощности насосов, экономя, тем самым, электроэнергию. Также наножидкости открывают дорогу для следующего поколения компьютеров, преодолевая здесь основное препятствие – быстрый отвод тепла от микрочипов. Наконец, при критических операциях наножидкости могут использоваться для охлаждения мозга. В этом случае он будет требовать меньше кислорода, и возрастут шансы на успешное завершение операции. Кроме того, такие жидкости можно использовать и для создания высокой температуры вокруг опухоли. Тогда раковые клетки будут убиты, а близлежащие здоровые ткани останутся неповрежденными.

Библиографический список

1. Нанотехнологии. Азбука для всех/ Под ред. Ю.Д. Третьякова. – М. : Физматлит, 2010.– 368 с.
2. Алфимова М.М. Занимательные нанотехнологии.– М.: Парк-медиа : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 96 с.
3. Нанотехнологии для всех: большое в малом / М. Рыбалкина.– М.: ЗАО «Центрполиграф», 2006. – 436 с.

УДК 621.785:669.1.08.29

СВОЙСТВА И СТРУКТУРА ТИТАНА ПОСЛЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ИТТРИЕМ

Соснин К.В., Романов Д.А.

Научный руководитель: д-р физ.- мат. наук, профессор Громов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, e-mail: romanov_da@physics.sibsiu.ru*

Методами электровзрывного легирования и электронно-пучковой обработки сформирован поверхностный сплав системы титан-иттрий. Выполнены исследования структуры, элементного и фазового состава, механических и трибологических свойств легированного слоя. Показано, что электро-

взрывное легирование титана иттрием сопровождается насыщением поверхностного слоя атомами кислорода и углерода, что приводит к формированию оксидов и карбидов. Последующее облучение легированного слоя электронным пучком сопровождается диспергированием структуры до нано- и субмикронного состояния, снижением концентрации кислорода и углерода в поверхностном слое. Выявлено формирование двух типов эвтектики: эвтектика, обогащенная титаном, имеет глобулярную форму; эвтектика, обогащенная иттрием, - пластинчатую. Установлено, что поверхностное легирование титана иттрием приводит к существенному (в 3 раза) увеличению микротвердости материала, коэффициент трения легированного слоя снижается в 2 раза, скорость изнашивания уменьшается в 2,8 раза.

Ключевые слова: поверхностное легирование, титан, иттрий, электронный пучок, электровзрывное легирование, структура, свойства

Цель работы - анализ структуры и свойств поверхностного слоя титана, легированного путем высокоскоростного плавления системы пленка (иттрий)/подложка (титан).

Облучение поверхности образцов плазмой электрического взрыва фольги титана с навеской порошка иттрия приводит к формированию многослойной структуры. На поверхности легирования формируется покрытие с высокоразвитым рельефом, элементами которого являются микрокапли, наплывы металла (иттрий), микропоры и микротрещины. Существенно неоднородная структура формируется и по толщине легированного слоя: как и на поверхности легирования, в объеме легированного слоя выявляются области, обогащенные и обедненные иттрием. Методами микрорентгеноспектрального анализа было показано, что концентрация иттрия в таких областях может различаться на порядок.

Плавление высокоинтенсивным электронным пучком поверхностного слоя образца, подвергнутого электровзрывному легированию, сопровождается формированием структуры островкового типа со сглаженным рельефом. На поверхности легирования формируется тонкий (до 1,5 мкм) слой, имеющий столбчатую структуру.

Методами микрорентгеноспектрального анализа показано, что островки размерами (10...40) мкм обогащены титаном (соотношение титан / иттрий = 12), межостровковые пространства обогащены иттрием (соотношение иттрий / титан = 4). Островки, обогащенные титаном, имеют поликристаллическую структуру с размером зерен ~1 мкм. Преимущественно по границам зерен располагаются включения сферической формы, размеры которых изменяются в пределах от 25 нм до 300 нм. В отдельных случаях присутствуют включения размерами ~1 мкм. Методами микрорентгеноспектрального анализа показано, что данные включения обогащены иттрием и кислородом. Включения сферической формы выявляются и в межостровковых пространствах. Размеры включений изменяются в пределах от 100 нм до 500 нм. Можно предположить, что данные включения являются титаном или окис-

лами титана. Вторым типом структуры межостровковых пространств являются колонии пластинчатого типа. Поперечные размеры пластин (200...300) нм. В большинстве случаев такие колонии берут начало на границе островков, обогащенных титаном. Методами микрорентгеноспектрального анализа было установлено, что концентрация иттрия в пластинчатой структуре составляет 85 ат. %, титана, соответственно, 15 ат. %. Следуя равновесной диаграмме состояния, кристаллизация системы титан-иттрий протекает с формированием эвтектики при 80 ат. % иттрия [1]. Следовательно, колонии пластинчатого типа являются эвтектикой и сформированы пластинами титана и иттрия. В работе [2] представлена теоретически рассчитанная диаграмма системы титан-иттрий, в которой указана возможность формирования эвтектики в сплаве, богатом титаном, а именно, при концентрации иттрия ≈ 18 ат. %. Концентрация иттрия в островках по результатам микрорентгеноспектрального анализа, несколько ниже и составляет ≈ 12 ат. %. Таким образом, можно предположить, что островки также являются продуктом эвтектического превращения областей, обогащенных титаном.

Модификация поверхности титана комбинированным методом (облучение плазмой, формирующейся при электрическом взрыве токопроводящего материала и последующая обработка высокоинтенсивным электронным пучком) сопровождается кратным повышением механических и трибологических свойств материала. А именно, микротвердость поверхностного слоя толщиной ≈ 20 мкм увеличивается в ≈ 3 раза (по сравнению с подложкой), коэффициент трения легированного слоя снижается в 2 раза, скорость изнашивания уменьшается в 2,8 раза.

Заключение.

Комбинированным методом, сочетающим электровзрывное легирование и последующее облучение высокоинтенсивным электронным пучком, осуществлено поверхностное легирование титана иттрием. Выполнены исследования структуры, элементного и фазового состава, механических и трибологических характеристик легированного слоя. Показано, что электровзрывное легирование сопровождается насыщением поверхностного слоя титана атомами иттрия, кислорода и углерода, что приводит к формированию оксидов и карбидов титана и иттрия. Последующее облучение электронным пучком сопровождается диспергированием структуры легированного слоя до нано- и субмикронного состояния, снижением концентрации кислорода и углерода в поверхностном слое. Выявлено формирование двух типов эвтектики. Показано, что эвтектика, обогащенная титаном, имеет глобулярную форму; эвтектика, обогащенная иттрием, - пластинчатую. Установлено, что формирование поверхностного слоя, обогащенного иттрием, карбидами и оксидами титана и иттрия, приводит к существенному (в ≈ 3 раза) увеличению микротвердости материала, коэффициент трения легированного слоя снижается в 2 раза, скорость изнашивания уменьшается в 2,8 раза.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Гранта Прези-

дента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых - кандидатов наук МК-4166.2015.2 и - докторов наук МД-2920.2015.8, РФФИ в рамках научных проектов №№ 13-02-12009 офи_м, 15-08-03411, 14-08-00506а, госзаданий Минобрнауки №№ 2708 и 3.1496.2014/К на выполнение научноисследовательской работы. Данная работа была выполнена с частичным использованием оборудования Центра коллективного пользования «Материаловедение» СибГИУ.

Библиографический список

1. Вол А.Е., Коган И.К. Структура и свойства двойных металлических систем. – М.: Наука, 1976. – Т.3. – 814 с.
2. Gong Wei-ping, Chen Teng-fei, Li Da-jian, Liu Yong. // Trans. Nonferrous Met. Soc. China. – 2009. – V.19. – S. 199-204.

УДК 621.785

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЕЗУГЛЕРОЖИВАНИЯ КРЕМНИСТЫХ РЕССОРНО-ПРУЖИННЫХ СТАЛЕЙ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Коноз К.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк, e-mail: uchebn_otdel@sibsiu.ru*

В работе проведено исследование высокотемпературного обезуглероживания рессорно-пружинной стали марки 60С2ХА при нагреве с защитным покрытием. Установлено, что покрытие на основе комбинированного заполнителя и связки – жидкого стекла значительно снижает угар и полностью ликвидирует обезуглероживание стали.

Ключевые слова: защитные покрытия, нагрев стали, окисление и обезуглероживание стали.

Защитные покрытия на основе силикатных связующих применяются для защиты огнеупорных футеровок [1, 2] и поверхности стали от окисления и обезуглероживания [3 - 8].

При нагреве под прокатку заготовок кремнистых рессорно-пружинных сталей актуальной задачей является предотвращение обезуглероживания металла. Наличие обезуглероженного слоя в упругих элементах (пружинах, рессорах) наиболее опасно, поскольку резко снижает их усталостную прочность, предел выносливости. Характерно, что кремнистые рессорно-пружинные стали марок 40С2, 55С2, 60С2, 60С2ХА и т.п. вследствие повышенного содержания кремния имеют склонность к обезуглероживанию при нагреве [5, 9, 10].

В рамках данной работы исследована возможность снижения угара и обезуглероживания стали марки 60С2ХА следующего химического состава, %: 0,576 С; 1,439 Si; 0,66 Mn; 0,736 Cr; 0,024 Ni; 0,031 Cu; 0,004 S; 0,008 P посредством применения защитных покрытий. При проведении лабораторных экспериментов использовали цилиндрические образцы диаметром 11 – 13 мм, длиной 20 – 30 мм и массой 16 – 27 г. Защитное покрытие, состояло из комбинированного заполнителя и связки, в качестве которой использовали жидкое стекло. Покрытие, имеющее консистенцию густой сметаны наносили на образец кистью. Толщина покрытия составляла порядка 1 - 1,5 мм. Перед нагревом образца покрытие высушивали около 1 ч в атмосферных условиях.

На рисунке 1 показана траектория изменения температуры поверхности металла при лабораторных экспериментах. Температурный режим выбран близким к реализуемому в промышленных условиях при нагреве непрерывнолитых заготовок в методических печах с шагающим подом.

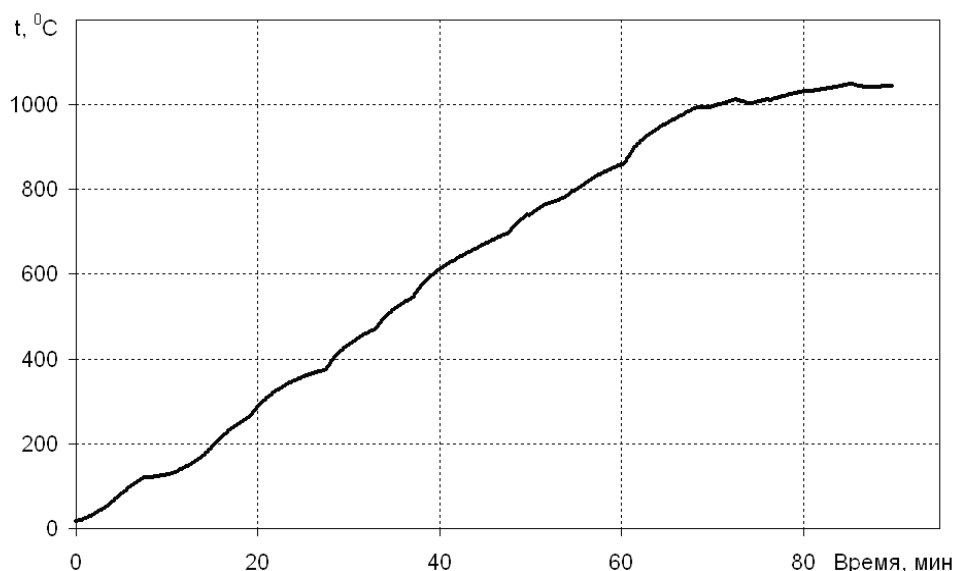


Рисунок 1 – Температура поверхности металла при нагреве

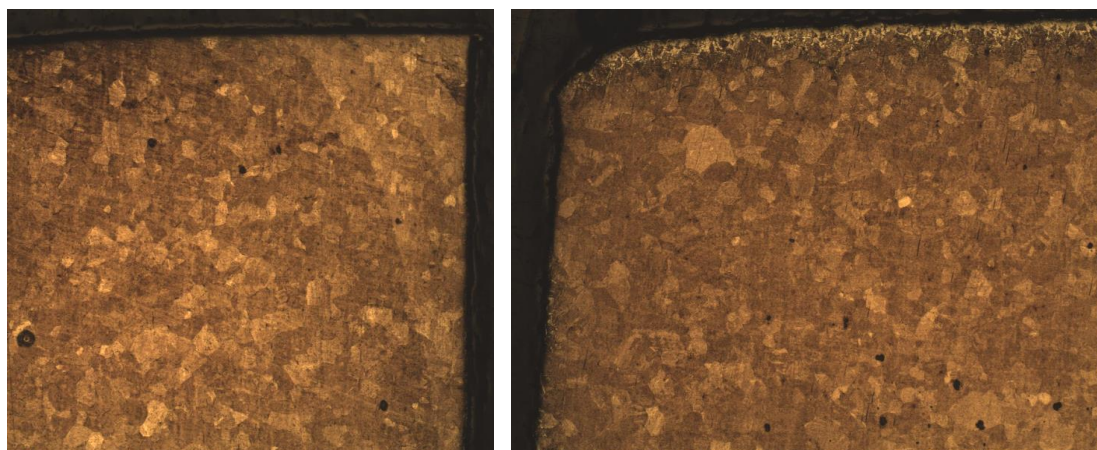
Угар составил при нагреве образцов без покрытия $0,045 \text{ г/см}^2$ с покрытием – $0,027 \text{ г/см}^2$ что почти в 1,7 раза ниже, чем при нагреве образцов без покрытия. Глубина видимого обезуглероженного слоя в образцах без покрытия составила 0,2 мм. Применение покрытия обеспечило фактически полное отсутствие видимого обезуглероженного слоя в металле.

После охлаждения поверхность образцов была гладкой и имела характерный металлический блеск стали. На рисунке 2 представлены фотографии поверхности образцов нагретых без покрытия (после травления с целью удаления окалины) (слева) и нагретых с покрытием (без травления, после отделения покрытия) (справа). На образце слева видны следы механической обработки металла токарным резцом в виде небольших канавок и задиры. На образце справа шероховатость значительно ниже, задиры и канавки сглажены «зализаны». Визуально качество поверхности правого образца значительно выше.



Рисунок 2 – Фотографии поверхности образцов нагретых без покрытия (слева) и без покрытия (справа)

На рисунке 3 представлены фотографии микроструктуры поверхностных слоев металла образцов, нагретых с покрытием.



а)

б)

Рисунок 3 – Фотографии микроструктуры поверхностных слоев металла образцов, нагретых с покрытием: а) сверху поверхность внутренних слоев металл после вырезки части образца, справа поверхность металла, защищенная покрытием после нагрева; б) сверху торец образца не защищенный покрытием (обезуглероживание на глубину 0,2 мм), слева поверхность металла, защищенная покрытием

Выводы: Полученные результаты показывают перспективность применения покрытия для защиты рессорно-пружинной стали марки 60С2ХА. Защитное покрытие, состоящее из комбинированного заполнителя и связки, в качестве которой использовали жидкое стекло, снижает угар в 1,7 раза, фактически полностью устраняет образование видимого обезуглероженного слоя, способствует снижению шероховатости и повышению качества поверхности металла после нагрева.

Библиографический список

1. Черепанов К.А. Рециклинг твердых отходов в металлургии / К.А. Черепанов, С.М. Абрамович, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева// М.: Флинта: Наука, 2004.- 212 с.
2. Черепанов К.А. Использование боя огнеупорного кирпича при изготовлении защитных обмазок на связке из технического кремнезоля / К.А.Черепанов, Е.Н. Килякова, М.В.Темлянцев // Известия вузов. Черная металлургия. 2002.- №6.- С. 45 - 47.
3. Темлянцев М.В. Разработка составов защитных покрытий для снижения окисления и обезуглероживания рельсовой стали при нагреве под прокатку/ М.В. Темлянцев, О.Д.Олендаренко // Известия вузов. Черная металлургия. 2008. №2. С. 69 - 70.
4. Темлянцев М.В. Разработка составов защитных покрытий для снижения окисления и обезуглероживания рельсовой стали при нагреве под прокатку / М.В.Темлянцев, Е.Н.Темлянцева, О.Д.Олендаренко// Известия вузов. Черная металлургия. 2010.- №2.- С. 44 – 46.
5. Темлянцев М.В. Исследование влияния защитных покрытий на интенсивность окисления и обезуглероживания рельсовой стали при высокотемпературном нагреве под прокатку/ М.В. Темлянцев, О.Д. Олендаренко, Е.Н.Темлянцева// Вестник горно-металлургической секции Российской академии наук. Отделение металлургии. 2009.- №23.- С. 75 – 79.
6. Темлянцев М.В. Окисление и обезуглероживание стали в процессах нагрева под обработку давлением/ М.В.Темлянцев, Ю.Е. Михайленко // М.: Теплотехник, 2006. – 200 с.
7. Павлов В.В. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов / В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин// М.: Теплотехник, 2007.– 280 с.
8. Перетяцько В.Н. Нагрев стальных слябов/ В.Н. Перетяцько, Н.В.Темлянцев, М.В.Темлянцев, Ю.Е. Михайленко// М.: Теплотехник, 2008. – 192 с.
9. Темлянцев М.В. Исследование химического состава окалины пружинной стали 60С2 / М.В.Темлянцев, Н.В. Темлянцев/ Известия вузов. Черная металлургия. 2005.- №2.- С. 75 - 76.
10. Темлянцев М.В. Высокотемпературное окисление и обезуглероживание кремнистых пружинных сталей / М.В. Темлянцев, Н.В. Темлянцев / Заготовительные производства в машиностроении. 2005.- №3.- С. 50 – 52.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СНИЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ ЧЕРЕЗ ФУТЕРОВКУ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ КОВШЕЙ НА ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТЕНДОВ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО РАЗОГРЕВА

Запольская Е.М., Максакова К.Е., Коноз К.С.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.,
канд. техн. наук, профессор Стерлигов В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: uchebn_otdel@sibsiu.ru*

Работа выполнена согласно заданию на выполнение государственных работ в сфере научной деятельности в рамках проектной части государственного задания Минобрнауки России (НИР № 1622)

Для оценки тепловой эффективности работы стенда получен параметр (удельный расход условного топлива на тонну транспортируемой стали), характеризующий экономичность его работы и отражающий удельные затраты топлива на разогрев, отнесенные к единице массы стали, транспортируемой в ковше. Предложен новый тип теплоизоляции. Проведено исследование влияния ворсовой теплоизоляции на тепловую эффективность стендов разогрева футеровок ковшей.

Ключевые слова: стенд разогрева, футеровка металлургических ковшей, энергоэффективность.

Применение высокотемпературного разогрева футеровок ковшей обеспечивает повышение их стойкости и срока службы, снижает потери тепла расплавом, что способствует снижению температур стали на выпуске из плавильной печи, общему энерго- и ресурсосбережению [1, 2]. Кроме того, применение такого разогрева футеровок СРК приводит к снижению негативного воздействия термического удара, который возникает при резких изменениях температуры.

Традиционно, основным показателем, характеризующим тепловую эффективность теплового агрегата, является коэффициент η полезного действия. В случае стендов эта величина определяется как отношение тепла, аккумулированного кладкой и кожухом к общему теплу, затраченному на разогрев. В то же время, при оценке тепловой эффективности работы стендов возникает необходимость в показателе, характеризующем экономичность его работы и отражающем удельные затраты топлива на разогрев, отнесенные к единице массы стали, транспортируемой в ковше. При разработке такого параметра за основу принят удельный расход условного топлива, затрачиваемого на тепловую обработку тонны стали, используемый при оценке экономичности и эффективности тепловой работы металлургических печей [3]. Для газовых стендов разогрева в общем случае удельный расход услов-

ного топлива на тонну транспортируемой стали может быть определен по соотношению

$$B_{уд} = \frac{Q_p^H}{29,3} \frac{Q}{(E - M_{ш})}, \quad (1)$$

где Q_p^H – теплота сгорания топлива (природного газа), МДж/м³;

Q – суммарный объем газа, затрачиваемого на разогрев, м³;

E – емкость ковша, т;

$M_{ш}$ – масса шлака, т.

Если разогрев производится при постоянном расходе топлива, то расчет можно производить по следующему уравнению:

$$B_{уд} = \frac{Q_p^H}{29,3} \frac{B\tau}{(E - M_{ш})}, \quad (2)$$

где B – средний расход топлива за период разогрева, м³/ч;

τ – время разогрева, ч.

Для электростенда параметр $B_{уд}$ можно рассчитать по соотношению

$$B_{уд} = \frac{10^{-6}}{29,3} \frac{IU\tau}{(E - M_{ш})}, \quad (3)$$

где I – сила тока, А;

U – напряжение в электрической цепи питания нагревателей, В.

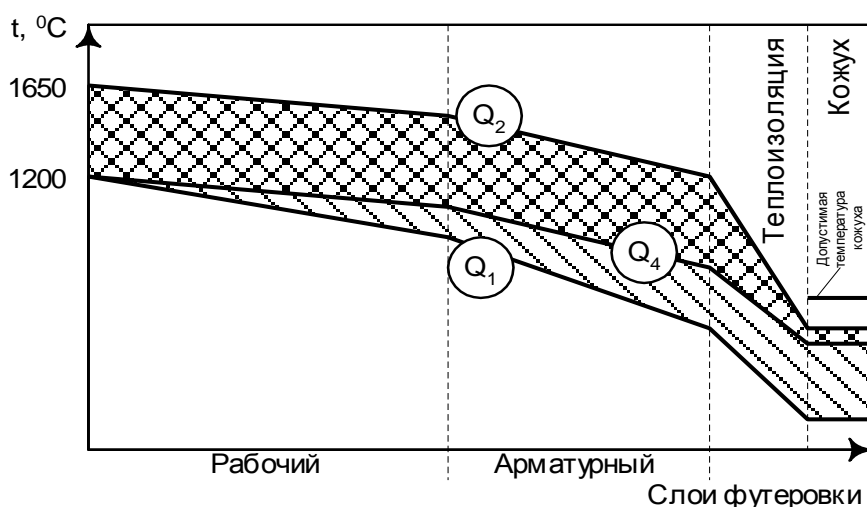
Анализ результатов многовариантных расчетов, проведенных в работе [4], показывает, что для стенов разогрева ковшей различной емкости, оборудованных теплоизолированной крышкой, с системой рекуперации тепла и без нее удельный расход условного топлива колеблется в интервале 38,9 до 16,5 кг у.т./т транспортируемой стали. Теоретически необходимый (без различных потерь) для разогрева ковша параметр $B_{уд}$ составляет примерно 5 кг у.т./т.

С целью повышения энерготехнологической эффективности стенов посредством снижения тепловых потерь через футеровку ковша в ней предусматривают теплоизоляционный слой, расположенный между кожухом и арматурным слоем кладки. Такую теплоизоляцию относят к типу *внутренней*. Для снижения тепловых потерь через футеровку агрегатов можно применять *внешнюю* теплоизоляцию, которую монтируют к наружной поверхности кожуха. К наиболее перспективным видам внешней теплоизоляции относят пеноизоляцию или теплоизоляционную пену, наносимую методом торкретирования.

Применение внешней теплоизоляции для футеровок сталеразливочных ковшей имеет определенные ограничения. В частности, в процессе службы ковша с расплавом температура t кожуха может возрастать до 350 – 400 °С, что приближается к максимально допустимой температуре службы кожуха, разогрев выше которой может привести к его короблению, потере прочно-

сти. Как известно, внешняя теплоизоляция будет способствовать росту температуры кожуха, повышая ее до недопустимых пределов.

В то же время на стадии разогрева футеровки температура кожуха имеет меньшие (200 – 250 °С) значения. Соответственно на стадии разогрева применение внешней теплоизоляции или экранирования может быть оправдано. Она позволит снизить тепловые потери через кожух в окружающую среду, сэкономить топливо, затрачиваемое на разогрев, повысить производительность разогрева. На рисунке 1 схематично показано распределение температур по толщине футеровки ковша и эффект повышения тепла аккумулированного кладкой от снижения тепловых потерь через футеровку.



Q_1 – тепло, которое футеровка аккумулировала на стадии разогрева, на стенде без экранирования, (источник тепла – продукты сгорания природного газа); Q_2 – суммарное тепло, которое футеровка аккумулировала на стадии разогрева и на стадии транспортирования расплава (источник тепла – продукты сгорания природного газа и физическое тепло расплава); $Q_3 = Q_2 - Q_1$ – тепло, которое футеровка аккумулировала на стадии транспортирования расплава (источник тепла – физическое тепло расплава); Q_4 – тепло, которое футеровка аккумулировала на стадии разогрева, на стенде с экранированием, (источник тепла – продукты сгорания природного газа); $Q_5 = Q_4 - Q_1$ – дополнительное тепло, которое аккумулирует футеровка на стадии разогрева, вследствие снижения потерь тепла при применении экранов; $Q_6 = (Q_2 - Q_1) - (Q_2 - Q_4) = Q_4 - Q_1 = Q_5$ – экономия тепла расплава вследствие снижения потерь тепла при применении экранов на стадии разогрева.

Рисунок 1 – Схематичное распределение температур по толщине футеровки

Важной особенностью экранирования кожухов является то, что оно позволяет улучшить прогрев футеровки без изменения ее конструкции и теплового режима работы стенда. Для усиления эффекта от применения внешней теплоизоляции возможно использование экранов с «ворсовой» теп-

лоизоляцией, принцип действия которой рассмотрен в работах [5 – 7].

Для исследования влияния экранирования кожуха на тепловую работу стенда использовали лабораторную установку. Основу установки составляет футерованная емкость (геометрическая модель ковша). Футеровка емкости, толщиной 40 мм монолитная из шамотного бетона. В футеровке на разном расстоянии от внутренней поверхности выполняли три сверления диам. 8 мм на глубину 100 мм, в которые устанавливали хромель-алюмелевые термопары для измерения температурного поля по ее сечению. Температуру среды внутри ковша измеряли термопарой. Показания термопар фиксировали многоканальным программным регулятором температур «Термодат 19Е2». Разогрев ковша производили с помощью электрического нагревателя, выполненного из спирали сплава Х23Ю5Т с диаметром проволоки 0,8 мм. Спираль вмонтирована в трубки из кварцевого стекла. Нагреватель установлен в крышку состоящую из рабочей поверхности (лист нержавеющей стали толщиной 1 мм), теплоизоляции (прессованная каолиновая вата толщина 40 мм) и кожуха (лист углеродистой стали толщиной 3 мм). Мощность нагревателя (плотность теплового потока на поверхности футеровки) регулировали лабораторным автотрансформатором АОСН-20-220-75 У4, напряжение и ток измеряли вольтметром и амперметром соответственно. Исследования проводили при трех мощностях 0,72, 0,96 и 1,23 кВт. Нагрев осуществляли при постоянной тепловой мощности нагревателя.

Проведено три серии экспериментов: разогрев ковша без внешней теплоизоляции; разогрев ковша с теплоотражающим экраном; разогрев ковша с теплоотражающим экраном, сконструированным на принципах ворсовой теплоизоляции. В качестве теплоотражающего экрана с «ворсовой» теплоизоляцией использовали емкость из оцинкованной стали, в которую вкручивали шурупы (рисунок 2).

Футерованная емкость не касалась пола, а экран устанавливали вокруг нее на расстоянии 4 см. «Ворс» экрана не касался кожуха ковша. Температуры кожуха, емкости и теплоотражающего экрана измеряли инфракрасным бесконтактным пирометром С-300,3 «Фотон», который имеет диапазон измерения температуры от –20 до +600 °С.

По полученным данным проводили расчет теплового КПД установки, %.

$$\eta = \frac{Q_{\text{акк}}^{\text{ф}} + Q_{\text{акк}}^{\text{к}}}{Q_{\text{пр}}} 100,$$

где $Q_{\text{пр}} = IU\tau$;

$$Q_{\text{акк}}^{\text{ф}} = m_{\text{ф}} c_{\text{шам}} (\bar{t}_{\text{ф}}^{\text{к}} - t_{\text{ф}}^{\text{н}}),$$

$$Q_{\text{акк}}^{\text{к}} = m_{\text{к}} c_{\text{ст}} (t_{\text{к}}^{\text{к}} - t_{\text{к}}^{\text{н}});$$

$m_{\text{ф}} = 9$ и $m_{\text{к}} = 1,5$ кг – масса футеровки и кожуха;

$c_{\text{шам}}$ и $c_{\text{ст}}$ – теплоемкость шамота и стали, соответственно, Дж/(кг·К);

\bar{t}_ϕ^k и t_ϕ^H – температура футеровки средняя конечная и начальная, °С;
 t_k^k и t_k^H – температура кожуха конечная и начальная, °С.



Рисунок 2 – Общий вид ворсового экрана

На рисунке 3 представлены результаты расчета теплового КПД установки при различных вариантах разогрева. Анализ полученных экспериментальных данных и результатов расчетов показывает, что оборудование установки разогрева теплоотражающим экраном позволяет повысить КПД примерно на 2 %. При мощности 0,72 кВт температура кожуха ковша составляет 100 – 120 °С, применение «ворсового» экрана дает меньший эффект, чем теплоотражающего, КПД установки повышается всего на 1,2 %. Однако при мощностях 0,98 и 1,23 кВт температура кожуха составляет 140 – 160 и 170 – 200 °С соответственно, а применение ворсового экрана обеспечивает повышение КПД на 3,8 и 5,2 %, в то время как теплоотражающий экран увеличивает КПД всего на 1,8 и 2,3 %, т.е. на величину, почти в 2 раза меньшую. Характерно, что применение «ворсовой» теплоизоляции позволяет фактически стабилизировать КПД установки, сделать его менее зависимым от мощности нагревателя, в то время как при разогреве ковша без экрана и с теплоотражающим экраном повышение мощности нагревателя приводит к снижению КПД.

Выводы. Проведен анализ основных направлений повышения тепловой эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей. Для оценки тепловой эффективности работы стенда получен параметр, характеризующий экономичность его работы и отражающий удельные затраты топлива на разогрев, отнесенные к единице массы стали, транспортируемой в ковше. Предложен и научно обоснован новый тип теплоизоляции.

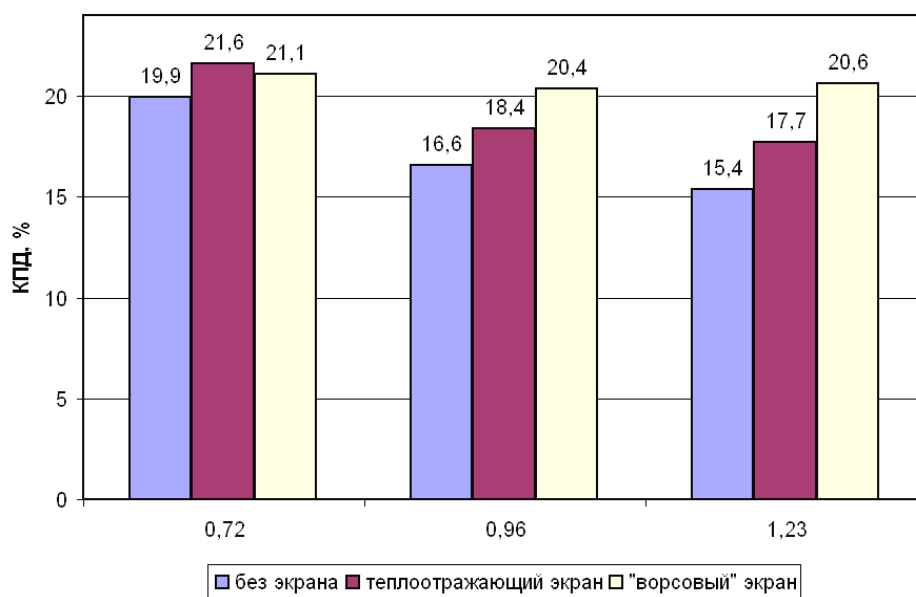


Рисунок 3 – Тепловой КПД установки при различных вариантах разогрева

Библиографический список

1. Темлянцев М.В. Анализ мероприятий по повышению тепловой эффективности стенов сушки и разогрева футеровок сталеразливочных ковшей/ М.В.Темлянцев, М.В. Матвеев// Современная металлургия начала нового тысячелетия: Сборник научных трудов VI международной научно-технической конференции. Ч. 1. - Липецк: ЛГТУ, 2009.- С. 42 - 45.

2. Запольская Е.М. Анализ основных направлений повышения энерго-технологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей / Е.М.Запольская, М.В.Темлянцев, К.Е. Костюченко/ Вестник Российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. 2013.- № 15. - С. 128 - 134.

3. Кривандин В.А. Тепловая работа и конструкции печей черной металлургии/ В.А.Кривандин, А.В. Егоров// М.: Металлургия, 1989. - 462 с.

4. Запольская Е.М. Влияние геометрических размеров и емкости сталеразливочных ковшей на тепловую эффективность стенов высокотемпературного разогрева / Е.М.Запольская, М.В.Темлянцев, К.Е. Костюченко // Вестник СибГИУ. 2013. № 2. - С. 28 - 32.

5. Стерлигов В.В. Условия стагнации воздушного слоя для теплоизоляции/ В.В.Стерлигов, Е.А. Плюснина// Вестник СибГИУ. 2014. № 3.- С. 44 - 47.

6. Стерлигов В.В. Влияние структуры теплоизоляционных материалов на коэффициент теплопроводности/ В.В.Стерлигов, Д.А. Шадринцева // Изв. вуз. Черная металлургия. 2014.- № 2. - С. 30 - 35.

7. Темлянцев М.В. Повышение энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок металлургических ковшей / М.В. Темлянцев, Е.М. Запольская, В.В. Стерлигов, Е.Н. Темлянцева, В.А. Дегтярь // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2014.- № 33. - С. 38 – 44.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЛЬСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕПЛА ПРОКАТНОГО НАГРЕВА

Полевой Е.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: uchebn_otdel@sibsiu.ru*

На опытной установке проведены эксперименты по дифференцированной термической обработке воздухом с использованием тепла прокатного нагрева рельсов стали марки Э76ХФ трёх химических составов с различным содержанием хрома, марганца и кремния. По результатам экспериментов определены рациональные химический состав и режимы термообработки, рекомендуемые для серийного производства дифференцированно термоупрочненных рельсов категории ДТ350.

Ключевые слова: рельсы, термическая обработка, микроструктура, механические свойства

Термическое упрочнение рельсов является одним из наиболее эффективных способов повышения их эксплуатационных свойств [1 - 4]. В настоящее время все большее распространение получает технология дифференцированной закалки рельсов воздухом с использованием тепла прокатного нагрева. В связи с этим является актуальным проведение исследований по оптимизации химического состава рельсовой стали и разработке режимов воздушоструйной закалки, обеспечивающих необходимый комплекс свойств рельсов.

Объектом исследования в данной работе являются термически упрочненные сжатым воздухом, пробы длиной ~ 400 мм, отобранные от горячекатаных железнодорожных рельсов типа Р65 стали марки Э76ХФ по ГОСТ Р 51685. Пробы, отобранные на пилах горячей резки с температурой 900 – 940 °С, подвергали подстуживанию до температур 750 – 900 °С и закалке со скоростью до 3,3 °С/с по различным режимам.

Разработку опытных химических составов проводили на основе рельсовой стали Э76Ф, используемой для производства объемнозакаленных в масле с печного нагрева рельсов категории Т1 (НЭ), микролегированной ванадием в количестве 0,07 – 0,08 %. Традиционно в рельсовую сталь вводят марганец и кремний, которые способствуют повышению прочностных свойств стали. Однако как показали исследования [5, 6], закалка воздухом, ввиду низкой его охлаждающей способности, рельсов, содержащих ~ 0,30 % кремния и до 0,90 % марганца не обеспечила достижение сбалансированного комплекса свойств, отвечающего требованиям нормативной документации. Поэтому, для достижения требуемого стандартом комплекса свойств потре-

бовалось дополнительное легирование рельсовой стали аустенит-стабилизирующими элементами.

Одним из наиболее доступных и широко распространенных элементов, повышающих прокаливаемость и закаливаемость стали, является хром. Для достижения необходимого комплекса свойств, при умеренных, энергоэффективных режимах термообработки минимальный уровень содержания хрома ограничили на уровне 0,35 – 0,40 %.

Исходя из указанных выше соображений, были предложены варианты опытных сталей № 1 и № 2 которые близки по химическому составу рельсам категории Т1(НЭ) текущего производства и отличались содержанием хрома, количество которого составило 0,42 % и 0,55 % соответственно.

На основании проведенных ранее опытов [5] по закалке воздухом с отдельного нагрева, было установлено, что оптимальное соотношение прочностных и пластических свойств достигается на рельсах из стали с повышенным содержанием кремния, при умеренном содержании марганца и хрома, на основании этого был разработан опытный вариант химического состава № 3 отличающийся относительно химических составов № 1 и 2 более низким содержанием марганца (0,78 %), более высоким содержанием кремния (0,55 %) и умеренным содержанием хрома (0,46 %).

Для проведения опытов по термической обработке, на основании разработанных рекомендаций были выплавлены три опытных плавки О74, О77, О76. Содержание химических элементов в металле опытных плавок определенное химическим и спектральным методом представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание химических элементов опытного металла

№ варианта	Массовая доля химических элементов, %									
	C	Mn	Si	Cr	P	S	Al	V	Ni	Cu
О74	0,76	0,87	0,32	0,55	0,015	0,006	0,002	0,07	0,08	0,13
О77	0,77	0,91	0,31	0,42	0,015	0,008	0,003	0,08	0,07	0,12
О76	0,79	0,78	0,55	0,46	0,014	0,015	0,002	0,07	0,08	0,14
Требования ГОСТ Р 51685 - 2013 для стали марки Э76ХФ	0,74-0,82	0,75-1,15	0,20-0,80	0,20-0,60	не более			0,03-0,15	не более	
					0,025	0,025	0,005		0,20	0,20

Термообработка рельсового металла плавки О74

Термообработку рельсов пл. О74 с содержанием хрома 0,55 % проводили от температуры 705 – 850 °С, со скоростью 2,4-2,8 °С/с в течение 105 – 125 с. Режимы термообработки и результаты механических испытаний представлены в таблице 2.

Из представленных в таблице 2 данных видно, что все опытные пробы, за исключением пробы № 1.5, показали высокие значения временного сопротивления и предела текучести, а также удовлетворительные значения пластических свойств. Проба № 1.5 была термообработана от 700 °С, при испытании на растяжение металл данной пробы показал значения механических свойств не отвечающие требованиям стандарта для термоупрочненных рельсов.

Таблица 2 – Параметры термической обработки с использованием тепла прокатного нагрева и механические свойства рельсов типа Р65 стали марки Э76ХФ пл. О74

№ п/п	Параметры термообработки			Механические свойства				КСУ, при температуре		Твердость по сечению головки, НВ					
	Температура, °С	Скорость охлаждения °С/с	Время, сек	σ_T	σ_B	δ_5	ψ	+20 °С	-60 °С	НВ _{пкг}	НВ ₁₀	НВ ₂₂	НВ _{выкр1}	НВ _{выкр2}	
				Н/мм ²		%		Дж/см ²							
1.1	750	2,8	125	960	1370	10,5	36	23	8,5	406	406	398	415	415	
1.2	780	2,8	125	1040	1400	9,4	35	20	9,7	415	415	395	415	415	
1.3	815	2,8	125	1000	1410	14	30	16	4,9	420	415	406	415	415	
1.4	845	2,8	125	1020	1410	11	27	14	6	429	406	393	415	415	
1.5	700	2,4	105	760	1230	10	18,5	12	3,6	380	380	388	359	361	
1.6	780	2,4	120	970	1380	11,5	27	8,4	6	411	390	385	395	393	
1.7	850	2,4	120	950	1380	15	31	22	6	415	415	404	409	409	
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350				Не менее					-		Не менее				
				800	1240	9,0	25,0	15,0		363-401					
											341	341	341		

С увеличением скорости охлаждения наблюдается увеличение прочностных характеристик и твердости по сечению головки. Среди проб № 1.1 – 1.4, закаленных при 2,8 °С/с, отмечена тенденция по увеличению прочностных свойств и уменьшению относительного удлинения, относительного сужения и ударной вязкости с повышением температуры начала термической обработки.

Ударная вязкость рельсов закаленных с более низкой скоростью (2,4 °С/с) показала более низкие значения, не удовлетворяющие по этому параметру требованиям стандарта. Опытные рельсы характеризуются высокими значениями твердости по сечению головки, и, за исключением рельса, термоупрочненного от температуры 700 °С, превышают установленные стандартом максимально допустимые значения твердости на поверхности катания головки. Испытания на ударный изгиб при отрицательной температуре показали низкий уровень ударной вязкости всего опытного металла не превышающий 10 Дж/см².

Микроструктура металла опытных рельсов представляет собой тонкопластинчатый и сорбитообразный перлит. С поверхности катания головки по центру головки и со стороны выкружек на глубину до 11 мм проб 1.1 – 1.4, термоупрочненных при 2,8 °С/с, наблюдаются участки продуктов промежуточного превращения, недопустимые по требованиям НТД на рельсовую продукцию. При этом с понижением температуры начала термообработки отмечена тенденция по увеличению величины слоя с наличием бейнитной структуры.

С понижением скорости охлаждения до 2,4 °С/с глубина слоя с участками бейнитных структур уменьшается до 0,3 – 0,5 мм. В металле пробы № 1.5 бейнит не обнаружен, перлит имеет более грубое, пластинчатое строение.

Термообработка рельсового металла плавки О77.

Термообработку рельсов типа Р65 пл. О77 с содержанием хрома 0,42 % проводили со скоростью 2, 2,4, 2,8 °С/с, от температур 750 - 860 °С, в

течение 120 - 125 с. Параметры термообработки и результаты механических испытаний представлены в таблице 3.

Из представленных в таблице 3 данных, видно, что для металла данной группы характерны высокие значения твёрдости на поверхности катания и по сечению головки, очень высокий уровень прочностных свойств и достаточно низкий уровень пластических, главным образом относительного сужения. Полностью отвечает требованиям стандарта для рельсов категории ДТ350 только металл пробы № 2.4, термообработанный в течение 125 с со скоростью охлаждения 2,8 °С/с от 810 °С.

Таблица 3 – Параметры термической обработки и механические свойства рельсов типа Р65 стали марки Э76ХФ пл. О77

№ п/п	Параметры термообработки			Механические свойства				КСУ, при температуре		Твердость, НВ					
	Температура, °С	Скорость охлаждения, °С/с	Время, с	σ _т	σ _в	δ ₅	ψ	+20 ⁰ С	- 60 ⁰ С	НВ _{пкг}	НВ ₁₀	НВ ₂₂	НВ _{выкр1}	НВ _{выкр2}	
				Н/мм ²		%		Дж/см ²							
2.1	780	2,8	125	980	1380	13	30	21	10	420	404	390	404	401	
2.2	780	2,8	125	940	1360	13	25	8,4	8,4	423	409	395	401	401	
2.3	802	2,8	125	980	1380	9,3	26	19	9,7	415	415	401	415	415	
2.4	810	2,8	125	940	1370	9	26	15	6	398	409	393	415	415	
2.5	830	2,8	125	1010	1400	11,5	22,5	16	8,4	415	409	395	415	415	
2.6	860	2,8	125	990	1400	11,5	21,5	22	9,7	404	404	398	415	415	
2.7	760	2,4	120	880	1350	9,9	21,5	17	6	423	404	398	404	401	
2.8	800	2,4	120	930	1230	8,9	23,5	19	12	409	409	401	401	401	
2.9	870	2,4	120	950	1360	9,2	24	19	6	409	409	409	409	404	
2.10	750	2	120	900	1350	12,5	23	11	12	401	390	390	383	383	
2.11	790	2	120	900	1350	12,5	23,5	17	8,4	409	395	383	395	395	
2.12	845	2	120	920	1340	11,5	24	18	6,1	404	404	393	409	409	
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350				Не менее					-		363-401		Не менее		
				800	1240	9,0	25,0	15,0					341		

Повышение температуры начала закалки при данной скорости охлаждения или уменьшение скорости охлаждения при прочих равных условиях приводят к снижению значений относительного сужения.

В микроструктуре проб 2.1, 2.2 и 2.7 температура начала термообработки которых составила 780 - 760 °С, с поверхности катания, по центру и со стороны выкружек, на глубину до 3 мм и 1,5 мм соответственно наблюдаются участки бейнита.

Термообработка рельсового металла плавки О76

В виду того, что пл. О76 была изготовлена в соответствии с рекомендациями [5], полученными ранее, на основании положительных результатов при проведении опытов по дифференцированной закалке рельсовых проб с печного нагрева, то на металле данной плавки проведено наибольшее количество экспериментов, всего по различным режимам было закалено порядка 50 проб рельсов типа Р65. Термообработку рельсов проводили со скоростью охлаждения от 2 до 3,3 °С/с, в течение 60 – 160 с. Ниже представлены обобщенные результаты испытаний.

Закалка со скоростью 2 °С/с

В таблице 4 представлены данные по термообработке рельсов пл. О76 со скоростью охлаждения воздухом 2 °С/с.

Таблица 4 – Параметры термической обработки и механические свойства рельсов пл. О76 при охлаждении воздухом со скоростью 2 °С/с

№ п/п	Темп °С Нач.	Время, сек	Механические свойства				КСУ при температуре		Твердость, НВ					
			σ _т	σ _в	δ	ψ	+20 °С	-60 °С	НВ _{пкг}	НВ ₁₀	НВ ₂₂	НВ _{выкр1}	НВ _{выкр2}	
			Н/мм ²		%		Дж/см ²							
1.1	690	90	840	1265	9	19,5	14	7,4	393	388	383	375	385	
1.2	710	105	870	1290	10	29	16,5	10,8	401	388	378	388	380	
1.3	735	120	880	1325	10,5	33,5	13	7,5	406	393	375	393	395	
1.4	750	120	895	1340	10,5	31	14	5	415	395	383	398	393	
1.5	800	125	960	1360	12	29	17	4,9	415	401	388	404	401	
1.6	860	150	945	1365	10	31	19	8,5	406	406	395	406	409	
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350			Не менее						363-401	Не менее				
			800	1240	9,0	25,0	15,0	-		341				

Из представленных в таблице 4 данных видно, что с увеличением температуры начала закалки и продолжительности охлаждения повышается комплекс механических свойств. При более низких температурах начала закалки отмечен достаточно низкий уровень пластических свойств. Наиболее высокий комплекс свойств получен при закалке от 800 °С.

Закалка со скоростью 2,4 °С/с

Результаты испытаний металла закаленного со скоростью 2,4 °С/с представлены в таблице 5, из которой следует что для всех проб получен достаточно высокий комплекс свойств. С увеличением температуры начала закалки увеличивается предел текучести, при сопоставимом уровне временно-го сопротивления разрыву и пластических свойств. Лучший уровень ударной вязкости получен на образцах закаленных от температуры ~ 750 °С.

Таблица 5 - Параметры термической обработки и механические свойства рельсов пл. О76 при охлаждении воздухом со скоростью 2,4 °С/с

№ п/п	Темп °С Нач.	Время, сек	Механические свойства				КСУ при температуре		Твердость, НВ					
			σ _т	σ _в	δ	ψ	+20 °С	-60 °С	НВ _{пкг}	НВ ₁₀	НВ ₂₂	НВ _{выкр1}	НВ _{выкр2}	
			Н/мм ²		%		Дж/см ²							
1.7	735	105	935	1360	10	29	12	8,4	415	401	383	395	393	
1.8	745	135	940	1375	10,5	32	20,5	7,3	409	401	383	395	401	
1.9	750	125	960	1360	11	34	20	6,1	415	401	378	406	398	
1.10	810	125	960	1375	10	32	16	6,2	415	409	390	406	415	
1.11	830	135	975	1375	10	34	16,5	7,4	415	415	388	415	388	
1.12	850	125	970	1370	9,8	30	6,1	7,2	415	401	375	401	398	
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350			Не менее						363-401	Не менее				
			800	1240	9,0	25,0	15,0	-		341				

Закалка со скоростью 2,8 °С/с

Результаты испытаний металла закаленного со скоростью 2,8 °С/с представлены в таблице 6.

Из представленных данных видно, что при закалке со скоростью 2,8 °С/с уже в течение 60 с обеспечивается выполнение требований ГОСТ Р 51685-2013 по уровню механических свойств, но при этом по на глубине 22

мм отмечена довольно низкая твёрдость. С увеличением продолжительности охлаждения увеличивается уровень прочностных свойств и твёрдости. Для всех образцов за исключением пробы 1.13, закаленной от температуры 700 °С, наблюдается удовлетворительный уровень ударной вязкости при температуре испытания + 20 °С.

Таблица 6 - Параметры термической обработки и механические свойства рельсов пл. О76 при охлаждении воздухом со скоростью 2,8 °С/с

№ п/п	Темп °С Нач.	Время, с	Механические свойства				КСУ при температуре		Твердость, НВ					
			σ _т	σ _в	δ	ψ	+20 °С	-60 °С	НВ _{пкг}	НВ ₁₀	НВ ₂₂	НВ _{выкр1}	НВ _{выкр2}	
			Н/мм ²		%		Дж/см ²							
1.13	700	125	925	1350	12,5	29	10,1	7,7	415	412	393	401	401	
1.14	760	110	975	1380	10,5	33	17	6,6	415	404	388	415	406	
1.15	775	105	940	1370	10	31	21	6,1	409	406	388	409	409	
1.16	810	60	850	1260	11,5	25	23,5	8	378	363	333	375	370	
1.17	840	70	850	1255	11,5	26,2	23,5	7,9	378	356	337	368	370	
1.18	840	125	995	1395	9,8	28	18	7,3	438	420	401	423	417	
1.19	865	115	955	1390	10,2	30	21	8,6	412	401	383	409	401	
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350			Не менее				-		363-401	Не менее				
			800	1240	9,0	25	15		341					

Закалка со скоростью 3,3 °С/с

Данные по результатам испытания проб закаленных со скоростью 3,3 °С/с представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Параметры термической обработки и механические свойства рельсов пл. О76 при охлаждении воздухом со скоростью 3,3 °С/с

№ п/п	Темп °С Нач.	Время, сек	Механические свойства				КСУ при температуре		Твердость, НВ					
			σ _т	σ _в	δ	ψ	+20 °С	-60 °С	НВ _{пкг}	НВ ₁₀	НВ ₂₂	НВ _{выкр1}	НВ _{выкр2}	
			Н/мм ²		%		Дж/см ²							
1.19	700	125	950	1355	10	27	16,5	7,5	426	404	395	406	406	
1.20	770	125	960	1365	10	31	15	9,2	426	409	393	409	406	
1.21	787	90	895	1290	13,1	25,2	20	8	388	383	370	385	383	
1.22	800	110	945	1370	11,3	29,5	15,5	7,2	415	409	388	409	409	
1.23	840	105	890	1290	13,5	28	25,5	10	388	383	368	388	385	
1.24	850	100	970	1380	9,8	28	15	8	406	404	375	393	398	
1.25	880	125	985	1385	10,5	32	16	8	426	409	390	409	409	
Требования ГОСТ Р 51685-2013 для рельсов категории ДТ350			Не менее				-		363-401	Не менее				
			800	1240	9,0	25	15		341					

Из представленных данных видно, что при закалке со скоростью 3,3 °С/с обеспечивается достаточно высокий комплекс свойств во всем интервале температур начала закалки – от 700 до 880 °С. Увеличение продолжительности термообработки приводит к существенному повышению прочностных свойств и твёрдости, с уменьшением продолжительности охлаждения увеличивается ударная вязкость.

Микроструктура металла всех рельсов пл. О76 представляет собой тонкопластинчатый перлит с разрозненными выделениями феррита по границам зёрен. Бейнит в микроструктуре рельсов не выявлен. От некоторого мечено увеличение объемной доли структурно-свободного феррита с пони-

жением температуры начала закалки.

Выводы:

В результате проведенных исследований установлено, что:

1. Наиболее стабильные результаты по микроструктуре, без возникновения игольчатых структур, в наибольшем интервале температур (от 700 до 880 °С) и скоростей охлаждения (от 2 до 3,3 °С/с) обеспечиваются при термообработке металла пл. О76.

2. При понижении температуры менее 730 - 750 °С при закалке рельсов стали марки Э76ХФ имеется риск получения неудовлетворительных пластических свойств.

Таким образом, наиболее перспективным для промышленного внедрения является рельсовая сталь близкая по химическому составу металлу пл. О76 с содержанием хрома в пределах 0,38 - 0,43 %; кремния 0,54 - 0,60 %; марганца 0,80 - 0,90 %; ванадия - 0,03 - 0,04 %. Данный химический состав обладает высокой технологичностью, так как позволяет работать в широком температурном интервале начала закалки - от 700 до 880 °С, и с различными скоростями охлаждения - от 2 до 3,3 °С/с.

При промышленном освоении рекомендуется:

- для обеспечения высокой производительности рекомендуется термообработку производить при температурах свыше 800 °С;

- для повышения энергоэффективности рекомендуется термообработку производить со скоростью охлаждения 2 - 2,4 °С/с;

- оптимальная продолжительность охлаждения 90 - 110 с.

Библиографический список

1. Павлов В.В. Перспективные технологии тепловой и термической обработки в производстве рельсов / В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева, А.Ю. Сюсюкин. – М.: Теплотехник, 2007. – 280 с.

2. Михайлец Н.С. Производство рельсов на КМК/ Н.С. Михайлец, А.Е. Горелкина и др.// М.: Металлургия, 1964. - 222 с.

3. Поляков В.В. Основы технологии производства железнодорожных рельсов/ В.В.Поляков, А.В. Великанов// М.: Металлургия, 1990. - 416 с.

4. Павлов В.В. Дефекты и качество рельсовой стали: Справочник / В.В. Павлов, М.В. Темлянцев, Л.В. Корнева, Т.Н. Осколкова, В.В. Гаврилов// М.: Теплотехник, 2006. – 218 с.

5. Волков К.В. Моделирование воздушоструйной закалки с печного нагрева железнодорожных рельсов / К.В. Волков, Е.В. Полевой, М.В. Темлянцев, О.П. Атконова, А.М. Юнусов, А.Ю. Сюсюкин // Вестник СибГИУ. – № 3(9). – 2014. – С. 17 – 23.

6. Полевой Е.В. Опыт воздушоструйной термической обработки железнодорожных рельсов стали марки Э76Ф с использованием тепла прокатного нагрева/ Е.В. Полевой, М.В. Темлянцев, А.М. Юнусов, О.П. Атконова // Вестник СибГИУ. № 1(11). – 2015. – С. 5 – 11.

II. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

УДК 624.042

ОБ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФЕРМЫ

Беляева А.К., Баклушина И.С.

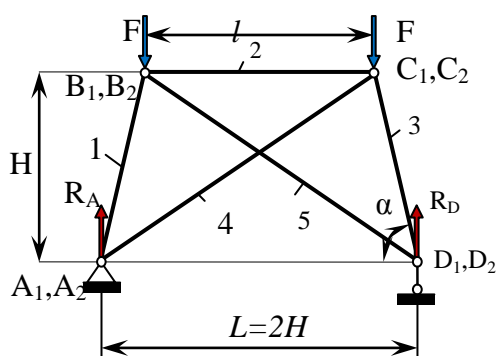
Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: bak1989@mail.ru*

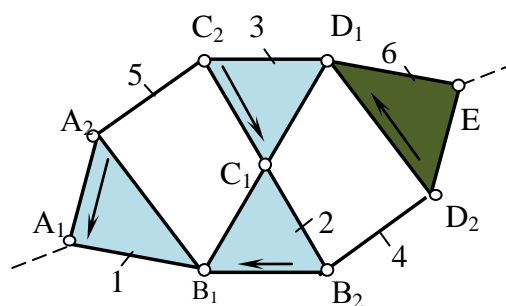
В данной статье рассмотрены изменения напряжений, возникающих в стержнях сложной пятистержневой фермы, в зависимости от изменения угла наклона стержней, угол наклона, группа звеньев нулевой подвижности.

Ключевые слова: сложная пятистержневая ферма, напряжение, метод связки кинематических пар группы в узлы строительной фермы.

Известно [1], что под сложной фермой понимается такая, в которой отсутствуют узлы, где сходятся менее трех стержней. Решение подобных ферм с применением метода вырезания узлов невозможно. Простейшей сложной плоской фермой является пятистержневая, показанная на рис.1. Она получена из шестизвенной группы звеньев нулевой подвижности, путем связки кинематических пар в узлы строительной фермы по способу [2] запатентованному в Роспатенте в 2000 г.



а) Пятистержневая ферма сложного типа



б) Шестизвенная группа звеньев, обладающая нулевой подвижностью

Рисунок 1 – Пятистержневая строительная ферма сложного типа, полученная из шестизвенной группы Ассур

В [2] был приведен расчет симметричной пятистержневой фермы, а именно показаны зависимости определения усилий во всех пяти стержнях фермы:

$$N_1 = N_3 = \frac{F(L+l)}{2l \sin \alpha}; \quad (1)$$

$$N_2 = \frac{F(L+l)}{l \cdot \operatorname{tg} \alpha}; \quad (2)$$

$$N_4 = N_5 = \frac{Fl_5}{l \cdot \operatorname{tg} \alpha}. \quad (3)$$

Используя стержни с площадью поперечного сечения A , можно определить величины нормальных напряжений по формуле:

$$\sigma = \frac{N_i}{A}. \quad (4)$$

Как следует из уравнений (1), (2) и (3) усилия в стержнях существенно зависят от угла α наклона боковых стержней 1 и 3 к линии, соединяющей опоры фермы. Учитывая это, выразим длины всех стержней через α , при заданных высоте фермы H и пролете фермы $L=2H$. Найдем длину второго стержня, учитывая, что $\operatorname{tg} \alpha = \frac{H}{L^*}$ и получим зависимость

$$l = 2H \left(1 - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}\right). \quad (5)$$

Задаваясь значениями α , получаем длины стержней (таблица 1)

Очевидно, что в силу симметричности построения и внешнего нагружения фермы, длины стержней 1 и 3, а также 4 и 5 равны и определяются по зависимостям:

$$l_1 = l_3 = \sqrt{H^2 + 0,25(2H-l)^2} \quad (6)$$

и

$$l_4 = l_5 = \sqrt{H^2 + 0,25(2H+l)^2}. \quad (7)$$

С учетом (5) получаем зависимости длин от угла α :

$$l_1 = l_3 = \sqrt{H^2 \left(1 + \frac{1}{\operatorname{tg}^2 \alpha}\right)} \quad (8)$$

и

$$l_4 = l_5 = \sqrt{H^2 \left(1 + \left(2 - \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}\right)^2\right)}. \quad (9)$$

Таблица 1 – Геометрические величины фермы и значения нормальных напряжений

α	$l_4=l_5$	l	$l_1=l_3$	$N_1=N_3$	N_2	$N_4=N_5$	$\sigma_1=\sigma_3$	σ_2	$\sigma_4=\sigma_5$
50	1532,2	321,8	1305,3	4708,7	6052,8	3994,3	47,08	60,52	39,94
55	1639,9	599,5	1220,7	2646,4	3036,1	1915,3	26,46	30,36	19,15
60	1738,9	845,3	1154,6	1943	1943,2	1187,6	19,43	19,43	11,87

Окончание таблицы 1

α	$l_4=l_5$	l	$l_1=l_3$	$N_1=N_3$	N_2	$N_4=N_5$	$\sigma_1=\sigma_3$	σ_2	$\sigma_4=\sigma_5$
65	1830,9	1067,3	1103,3	1585,4	1340,0	799,8	15,85	13,4	7,99
70	1917,4	1272	1064,1	1368,6	936,2	548,6	13,68	9,36	5,48
75	1999,9	1464	1035,2	1224,7	633,9	366	12,24	6,33	3,66
80	2079,8	1647,3	1015,4	1124,1	390,3	222,6	11,24	3,9	2,22
85	2158,1	1825	1003,8	1051,9	183,3	103,4	10,51	1,83	1,03
90	2236,0	2000	1000	1000	0	0	10	0	0
95	2314,6	2174,9	1003,8	963,4	-167,9	-93,1	9,63	-1,67	-0,93
100	2395,0	2352,6	1015,4	939,3	-326,2	-179,5	9,39	-3,26	-1,79
105	2478,6	2535,9	1035,2	925,9	-479,2	-261,9	9,25	-4,79	-2,61
110	2566,7	2727,9	1064,1	922,1	-630,8	-342,4	9,22	-6,3	-3,42
115	2661,3	2932,6	1103,3	927,9	-784,3	-423,1	9,27	-7,84	-4,23
120	2764,5	3154,6	1154,6	943,4	-943,3	-505,9	9,43	-9,43	-5,05
125	2879,4	3400,4	1220,7	969,3	-1112,0	-592,9	9,69	-11,12	-5,92
130	3010	3678,1	1305,3	1007,6	-1295,3	-686,6	10,07	-12,95	-6,86

Далее определимся с диапазоном значений угла α . Угол будет изменяться от 45° до 135° , т.к. при $\alpha \leq 45^\circ$ длина l принимает отрицательные значения и при $\alpha \geq 135^\circ$ длина l принимает значения, не имеющие возможности практического применения. По результатам исследования получена зависимость нормального напряжения от изменения угла α , которая приведена на рисунке 3. Таким образом, не рекомендуется применять сложную пяти-стержневую ферму с углом $\alpha > 60^\circ$

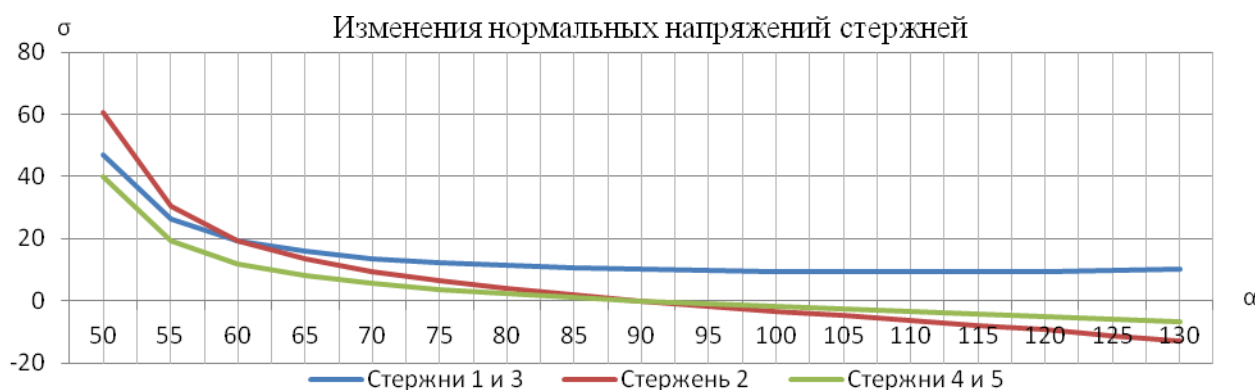


Рисунок 3 – График зависимости нормального напряжения от угла α

Библиографический список

1. Беляева А.К. Расчет усилий в стержнях пятистержневой строительной фермы сложного типа/ А.К. Беляева, И.С. Баклушина// Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всерос. Науч. Конф. Студентов, аспирантов и молодых ученых.- СибГИУ; под общ. Ред. Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010. – Вып. 14, - Ч.III: Технические науки.- 459 с.
2. Дворников Л.Т., Климова И.С. (Баклушина И.С.). Способ создания

конструктивных схем строительных ферм: Патент РФ №2148133. Опубл. 27.04.2000г. БИ. № 12.

УДК 62.232

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЕЙ ЗВЕНЬЕВ ЦЕНТРОИДНОЙ ПАРЫ ДЛЯ МЕХАНИЗМА С ПЕРЕКАТЫВАЮЩИМСЯ РЫЧАГОМ

Максимова Е.Н.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: maksimovaen06@mail.ru*

В статье дается общее описание механизмов перекатывающихся рычагов. Приводятся краткие теоретические сведения о центроидных механизмах. Излагается метод нахождения профилей центроид для механизма с перекатывающимся рычагом [1].

Ключевые слова: высшие кинематические пары, мгновенный центр вращения, центроида, рулетта, качение без скольжения.

В машиностроительной практике широкое применение получили пресовые машины, а также разного рода газо- и гидрораспределительные механизмы, основанные на эффекте перекатывающихся рычагов. Важной особенностью таких машин и механизмов является использование в них высших кинематических пар p_4 , позволяющих как вращение, так и поступательное относительное движение звеньев. Механизмы перекатывающихся рычагов могут обеспечивать два режима работы – качение без скольжения (чистое качение) и качение со скольжением. Для осуществления чистого качения необходимо, чтобы элементы звеньев, входящих в высшую кинематическую пару, представляли собой центроиды в абсолютном или в относительном движении звеньев.

Из теоретической механики известно, что плоскопараллельное движение твердого тела (звена механизма) в каждый момент времени может быть представлено как вращение его вокруг мгновенного центра вращения. Движение звеньев может рассматриваться относительно стойки и относительно любого из подвижных звеньев механизма. В первом случае соответствующий мгновенный центр вращения называют мгновенным центром вращения в абсолютном движении звена, во втором – мгновенным центром вращения в относительном движении [2, С. 103-105]. Геометрическое место мгновенных центров вращения образует центроиду.

Примером центроидных механизмов являются механизмы перекатывающихся рычагов. Они обеспечивают воспроизведение одной из точек звеньев механизма требуемой траектории. Задача о проектировании таких ме-

ханизмов сводится к нахождению профилей звеньев центроидной пары, у которой одна из точек подвижного звена имеет рулеткой дугу окружности, отрезок прямой или же в плоскости подвижного звена прямая огибает неподвижную окружность [3, С. 177-179]. Механизмы перекатывающихся рычагов имеют незамкнутые профили центроид, что позволяет воспроизводить возвратно-вращательное или возвратно-поступательное движение выходного звена. Рычаги в рассматриваемых механизмах могут быть либо оба подвижны, либо один из рычагов неподвижен. Для того чтобы движение происходило без какого-либо перерыва, профили перекатывающихся рычагов должны находиться в постоянном соприкосновении, что достигается силовым замыканием, осуществляемым в большинстве случаев с помощью пружин [4, С. 82-84].

Рассмотрим задачу о нахождении профилей звеньев центроидной пары для механизма [1], изображенного на рис.1. В состав механизма входят кривошип 1, шатун 2, перекатывающийся рычаг 3, коромысло 4, ползун 5 и стойка 6. Он собран в пять вращательных (A, B, C, F, G), одну поступательную P и две высшие кинематические пары (D, E). Механизм жестко связан с системой координат OXY . В указанной системе задано очертание неподвижной центроиды $\zeta_{3н}$ (профиль стойки 6) в абсолютном движении звена 3 в виде функции $y = f(x)$. Точка G имеет координаты $(0; y_G)$. Рулеткой точки F звена 4 является дуга окружности KK с центром G . Требуется найти профиль подвижной центроиды $\zeta_{3п}$ звена 3.

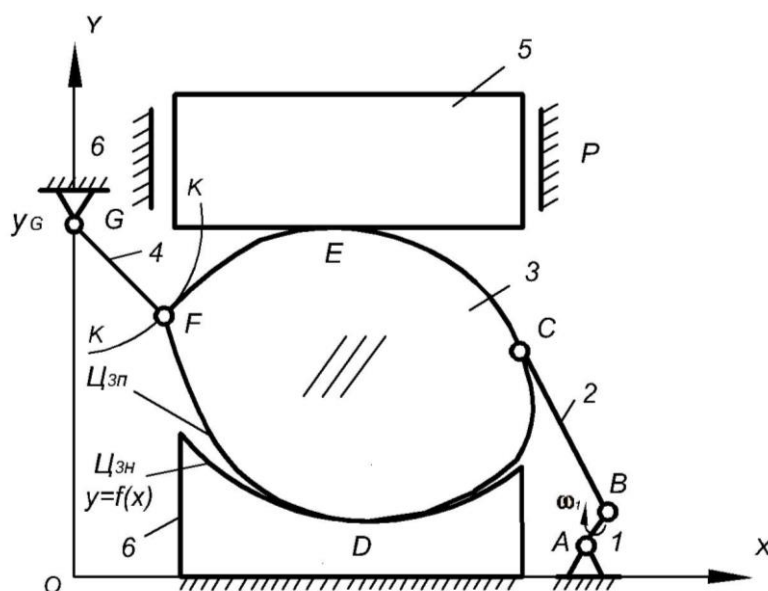


Рисунок 1 - Центроидный механизм с перекатывающимся рычагом

Для этого проведем лучи из центра G до пересечения с центроидой $\zeta_{3н}$ (рис. 2) и отметим на ней $P_3^I, P_3^{II}, P_3^{III}$ и т.д. Эти точки, очевидно, должны быть мгновенными центрами вращения в абсолютном движении звена 3 для каждого положения.

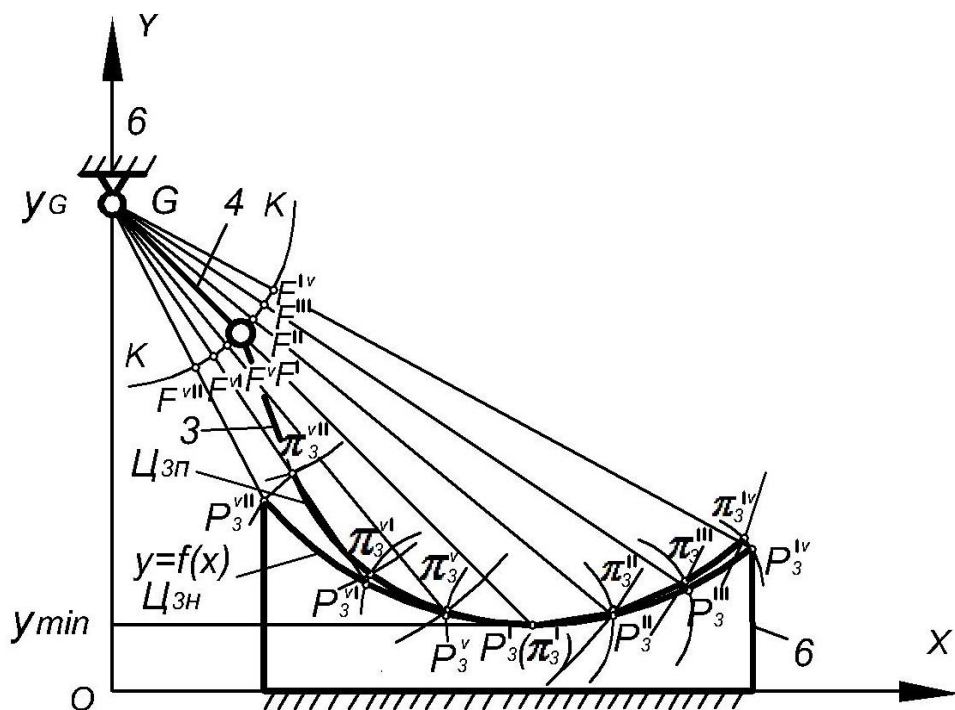


Рисунок 2 - Построение профиля подвижной центроиды $C_{3п}$ звена 3

На пересечении полученных лучей с рулеткой КК отметим точки $F^I, F^{II}, F^{III}, \dots$. Далее из точки P_3^I с координатами $(x_{P_3^I}; y_{\min})$ проведем окружность радиусом $P_3^I P_3^{II}$. Из F^I – окружность радиусом $F^I P_3^{II}$. На пересечении окружностей отметим точку π_3^{II} , принадлежащую подвижной центроиде $C_{3п}$. Затем проведем последовательно окружности радиусами, соответственно равными дугам $\cup \pi_3^{II} \pi_3^{III} = \cup P_3^{II} P_3^{III}, \cup \pi_3^{III} \pi_3^{IV} = \cup P_3^{III} P_3^{IV}, \cup P_3^I \pi_3^V = \cup P_3^I P_3^V, \dots$, и найдем пересечение этих окружностей с окружностями, радиусы которых равны $F^I \pi_3^{III} = F^{III} P_3^{III}, F^I \pi_3^{IV} = F^{IV} P_3^{IV}, F^I \pi_3^V = F^V P_3^V$. Соединив последовательно $\pi_3^I, \pi_3^{II}, \pi_3^{III}, \dots$, получим профиль подвижной центроиды $C_{3п}$ в абсолютном движении звена 3. Таким образом, спроектировав центроидную пару, мы гарантированно обеспечим качение без скольжения рычага 3 по неподвижному звену 6.

Библиографический список

1. Пат. 2514322, С1 RU, МПК F16Н 21/16. Механизм с перекаत्याвающимся рычагом/ Дворников Л. Т., Максимова Е.Н. – № 2012155035; заяв. 18.12.2012. – Опубл. 27.04.2014, Бюл. № 12 – 4 с.; 1 ил.
2. Артоболевский И.И. Теория механизмов. – М.: Наука, 1967. – 720 с.
3. Артоболевский И.И., Левитский Н.И., Черкудинов С.А. Синтез плоских механизмов. – М.: Наука, 1959. – 1085 с.
4. Артоболевский И.И., Добровольский В.В., Блох З.Ш. Синтез механизмов. – М.: ГТТИ ОГИЗ, 1944. – 380 с.

РАЗВИТИЕ ИННОВАЦИОННЫХ СТРАТЕГИЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ НА ПРИМЕРЕ ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ»

Левичева К.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Мозговой Н.И.

*Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, nick_3@mail.ru*

Рассматриваются перспективы и возможные направления развития машиностроения на примере крупного машиностроительного предприятия – ОАО «Алтайгеомаш» с использованием маркетинговых, социальных, технологических, экономических, организационных стратегий, а так же возможности продвижения товара на рынке.

Ключевые слова: машиностроение, инновационные стратегии, маркетинг, продвижение товара, конкурентоспособность.

В России минерально-сырьевому комплексу отдается приоритетное значение, а развитие производства геологоразведочного оборудования является одним из путей стратегического значения. На территории города Барнаул расположено крупное машиностроительное предприятие – ОАО «Алтайгеомаш», которое является ведущим предприятием в СНГ по производству буровых станков и установок для геологоразведочного бурения.

ОАО «Алтайгеомаш» выбрало путь технологических инноваций, оно стало разрабатывать новые станки и установки. Сейчас завод ведет активную деятельность и его номенклатура достаточно широка, но, несмотря на это, на предприятии продолжается интенсивная работа по разработке новых изделий. Надежность и качество продукции ОАО «Алтайгеомаш» оценили многие крупные предприятия России, такие как ОАО «Лукойл», ОАО «Сургутнефтегаз», ОАО «Мечел», Госкорпорация «Росатом», ОАО «ГМК «Норильский никель», АК «АЛРОСА» и многие другие, в том числе и зарубежные компании.

В целом уровень конкурентоспособности ОАО «Алтайгеомаш» достаточно высокий, но при этом есть возможность для его повышения. Предприятие занимает большую долю рынка, но уступает конкурентам в продвижении товара и развитости рынков сбыта. Руководителям ОАО «Алтайгеомаш» также следует обратить свое внимание на модернизацию существующего оборудования, улучшение качества изделий, совершенствование рекламы выпускаемой продукции и понижение текучести кадров, так как все это плохо сказывается на конкурентоспособности предприятия. В перспективе завод может уменьшить сроки изготовления продукции, что станет существенным конкурентным преимуществом, это привлечет новых заказчиков и, как следствие, увеличит прибыль завода и повысит показатели платежеспособности.

Из сказанного выше можно заметить, что на предприятии можно внедрить несколько инновационных стратегий:

- Маркетинговая стратегия будет направлена на расширение рынков сбыта и продвижение товара;

- Социальная стратегия будет направлена на снижение текучести кадров;

- Технологическая стратегия может проявляться, как и раньше, в разработке нового оборудования либо в освоении новых технологий производства или материалов;

- Экономическая стратегия может быть связана с использованием новых форм оплаты труда или изменением системы управления издержками предприятия;

- Организационная стратегия будет направлена на изменение организационной структуры, так как ОАО «Алтайгеомаш», являясь старым предприятием, имеет устаревшую систему управления организацией.

Все перечисленные стратегии требуют большого количества времени для детальной разработки, поэтому далее будет рассмотрена только маркетинговая инновационная стратегия. Этот вид стратегий в последнее время становится все более популярным, в связи с тем, что не требуют больших вложений, по сравнению с технологической модернизацией, и при этом приносит заметные изменения.

Условно можно выделить три направления маркетинговой инновационной стратегии ОАО «Алтайгеомаш»: продвижение товара на рынке, стимулирование потребителей и расширение рынка сбыта.

Продвижение товара на рынке, прежде всего, связано с рекламой продукции завода. Сейчас реклама предприятия распространяется через справочники и журнал «Нефтегазовое оборудование» г. Москва, у завода есть свой сайт, но он уступает по оформлению и информативности своим конкурентам. Таким образом, реклама имеет широкий охват, она не направлена на конкретного потребителя, что снижает ее эффективность. В связи с этим предлагается провести рекламную кампанию, которая будет работать «точечно». В век современных технологий Интернет имеет важное значение, поэтому его возможности нужно использовать максимально. Отделу маркетинга следует обратиться к дизайнеру, который создаст рекламные брошюры и каталог существующей продукции и предоставляемых услуг. Затем по электронной почте следует произвести рассылку своим потенциальным и реальным покупателям, для их ознакомления с новыми видами продукции и услугами. Подобные действия предприятия будут более эффективны, так как рекламу будут получать заинтересованные лица.

Вторым аспектом маркетинговой инновационной стратегии является модернизация сайта предприятия, которая направлена на стимулирование потребителей. ОАО «Алтайгеомаш» имеет действующий сайт, который своевременно обновляется и предоставляет много информации о деятельно-

сти завода, однако, его нельзя назвать привлекательным и понятным. Конкуренты – ЗАО «МЗ им. В.В. Воровского» и ЗАО «Геомаш» – имеют очень удобные и информативные сайты, на которых представлен каталог продукции предприятий с фотографиями изготавливаемого оборудования и его основными характеристиками, помимо этого сайты демонстрируют заводы с лучшей стороны, что сказывается на их имидже и привлекательности. Сотрудникам ОАО «Алтайгеомаш» необходимо доработать его дизайн и снабдить большим количеством информации о продукции и услугах.

Третье направление маркетинговой инновационной стратегии – расширение рынков сбыта. Необходимо искать новые рынки сбыта продукции ОАО «Алтайгеомаш» для сокращения отставания по своей развитости от конкурентов. По сообщению прессы, в начале июня 2014 года были обнаружены два месторождения углеводородов, причем одно из них в Западной Сибири. Подобная близость места добычи и ОАО «Алтайгеомаш», производящего оборудование для геологоразведки, может сыграть на руку заводу, так как затраты на доставку оборудования будут меньше, чем у конкурентов. Также ОАО «Алтайгеомаш» следует обратить свое внимание на расширение зарубежных рынков, если будет производиться продукция с конкурентным соотношением цена-качество, то предприятие сможет найти новых потребителей.

В заключении хочется сказать, что ОАО «Алтайгеомаш», являясь машиностроительным предприятием, оказывает большое влияние на промышленность Алтайского края, поэтому его поддержание и развитие очень важно в стратегическом смысле. Завод предоставляет большое количество рабочих мест, и если он продолжит развиваться, то появится возможность создать дополнительные места, что, в свою очередь, скажется на занятости населения региона.

Библиографический список

1. ЗАО «Геомаш» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Электрон.текст. дан. – Москва, 2014. – Режим доступа: <http://www.geomash.ru/> – Загл. с экрана.
2. ЗАО «МЗ им. В.В. Воровского» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Электрон.текст. дан. – Екатеринбург, 2014. – Режим доступа: <http://ziv.ur.ru/>. – Загл. с экрана.
3. ОАО «Алтайгеомаш» [Электронный ресурс]: офиц. сайт. – Электрон.текст. дан. – Барнаул, 2014. – Режим доступа: <http://www.ageomash.ru/>. – Загл. с экрана.
4. Пухов, А. Углеводороды: открыты новые месторождения [Электронный ресурс] / А. Пухов. – Электрон.текст. дан. – Режим доступа: <http://expert.ru/expert/2014/23/korotko/>. – Загл. с экрана.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВАГОНОВ МЕТРОПОЛИТЕНА

Ле Суан Хонг

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Тулупов В.Д.

*Национальный исследовательский университет «МЭИ»,
г. Москва, e-mail: tenbigstar1209@yahoo.com*

Представлена необходимость модернизации системы тягового электропривода вагонов метрополитена с наилучшими энергетическими показателями и ее технические решения.

Ключевые слова: Мосметрополитен, тяговый электропривод, расход электроэнергии, энергетические показатели, рекуперативное торможение

Проблема массовых пассажирских перевозок в крупных городах с населением 1 млн. человек и более, как правило, успешно решается только посредством создания внеуличного транспорта — метрополитена, отличающегося большой пропускной способностью, высокой скоростью сообщения и регулярностью движения.

Вместе с тем метрополитен относится к числу технически сложных и капиталоемких сооружений. Опыт показывает, что строительство метрополитена целесообразно осуществлять при наличии пассажиропотока не менее 20-25 тыс. человек в час пик в одном направлении. При этих и более высоких нагрузках только метрополитен способен обеспечить высокую комфортность перевозки пассажиров.

В частности, в Москве метрополитен был открыт уже 15 мая 1935, а сегодня его доля в перевозке пассажиров среди предприятий городского пассажирского транспорта столицы превышает 56%. По сведениям официального сайта Мосметрополитена «его услугами с средним ежедневно пользуются более 7 млн. пассажиров, а в будние дни этот показатель превышает 9 млн. пассажиров. Это наивысший показатель в мире». В этом же сайте утверждается, что сегодня «по интенсивности движения, наёжности и объёмам перевозок Московский метрополитен стабильно занимает первое место в мире. Он в первой тройке метрополитенов мира практически по всем другим показателям».

Программа развития транспортной системы рассчитана на период с 2011 по 2020 год, т.е. на 10 лет. В этот период предстоит в 1,5 раза увеличить протяженность Московского метрополитена, что намечалось строительство более 160 км новых линий, т.е. планировалось ежегодного увелечения длины линий на 16 км».

Предполагалось, что с 305,6 км в 2010 длины линий в Мосметро в 2013 г увеличится до 332,6 км, а в 2020 г. — до 467 км, причём в 2013 планировалось построить 14 км путей (Таблица 1). Таким образом, темп строительства

метрополитена резко возрастёт: с 6,5 км/год в начале 10-х годов 21 века до 19 км/год по реализуемой сегодня (2015 г.) программе.

Таблица 1 - Программа развития Московского метрополитена

Год	2010	2013	2020
Протяженность линий, км	305.6	332.6	467
Доля населения, необслуживаемого метро	25%	20%	7%
Доля вагонов новых серий	15%	27%	64%

Оценку энергетики показатели Мосметрополитена, в котором уже давно установились стабильные условия движения скорость сообщения порядка 42 км/ч, средняя длина перегона между станциями - около 1700м и предельное число пар поездов. Можно, без большой ошибки, считать, что средние условия движения поездов в Мосметро в относительно короткие сроки существенно не изменятся.

Если предположить, что энергетические показатели электропоездов метрополитена (ЭПМ) и условия их эксплуатации не изменятся, (что, видимо, и будет в ближайшие годы), то потребление электроэнергии из внешнего электроснабжения Мосметрополитеном на тягу увеличится пропорционально росту длины линий.

По известным данным в 2007 г. длина линий (обозначается буквой L) Мосметрополитена составляла около 305 км, а потребление энергии (A_n) из внешнего электроснабжения около 1,6 млрд. кВт.ч в год. При этом «удельное» потребление электроэнергии составляло $A_{уд} = A_n/L = 5,246$ млн.кВт.ч/км линий и в случае сохранения существующих условий эксплуатации, включая и энергетические показатели метрпоездов, приращение потребления или электроэнергии у внешнего электроснабжения при росте длины линий до 467 км (плановая цифра), т.е. на 162 км, составит $A_n = 162 \cdot A_{уд} \approx 850$ млн.кВт.ч, а общее потребление энергии в контрольном – 2020 г. достигнет 2,5 млрд. кВт.ч. Эта же цифра, естественно, получится умножением удельного потребления энергии на 1 км пути и его плановой длины ($A_n = 467 \cdot A_{уд} \approx 2,5$ млрд.кВт.ч). При цене электроэнергии около 3 руб./кВт.ч, затраты Мосметрополитена на оплату потребляемой на тягу электроэнергии составят в 2020 г. около 7,5 млрд. руб. По известным данным можно прогнозировать, что потребление энергии одним вагоном «Метровагонмаш» (МВМ) в год составит около 2,5 млн. кВт.ч стоимостью около 7,5 млн. руб.

Основным резервом сокращения общего потребления энергии метрополитенов является улучшение энергетических показателей подвижного состава (ПС), так как около 75% энергии расходуется на тягу поездов, примерно 20-22% на собственные нужды трассы и 3-5% на ремонтную базу. Следующими по значимости являются расходы на собственные нужды трассы:

освещение, отопление, санитарно-технические установки и эскалаторы. Однако потребление на собственные нужды существенно зависит от энергетических показателей ПС. В связи с этим чрезвычайно актуальна проблема снижения удельного потребления метрополитенами электроэнергии на единицу транспортной работы.

Таким образом, улучшение энергетических показателей вагонов метрополитена (ВМ) позволяет как непосредственно сократить удельный расход энергии метрополитенами, так и уменьшить ее потребление, чему способствует снижение интенсивности вентиляции туннелей.

Одним из технических решений указанной проблемы является применение системы тягового электропривода постоянного тока (ТЭП ПТ) с автоматически регулируемым независимым возбуждением тяговых машин (АР НВ ТМ) разработанной кафедрой «Электрический транспорт» (МЭИ) (рисунок 1.)

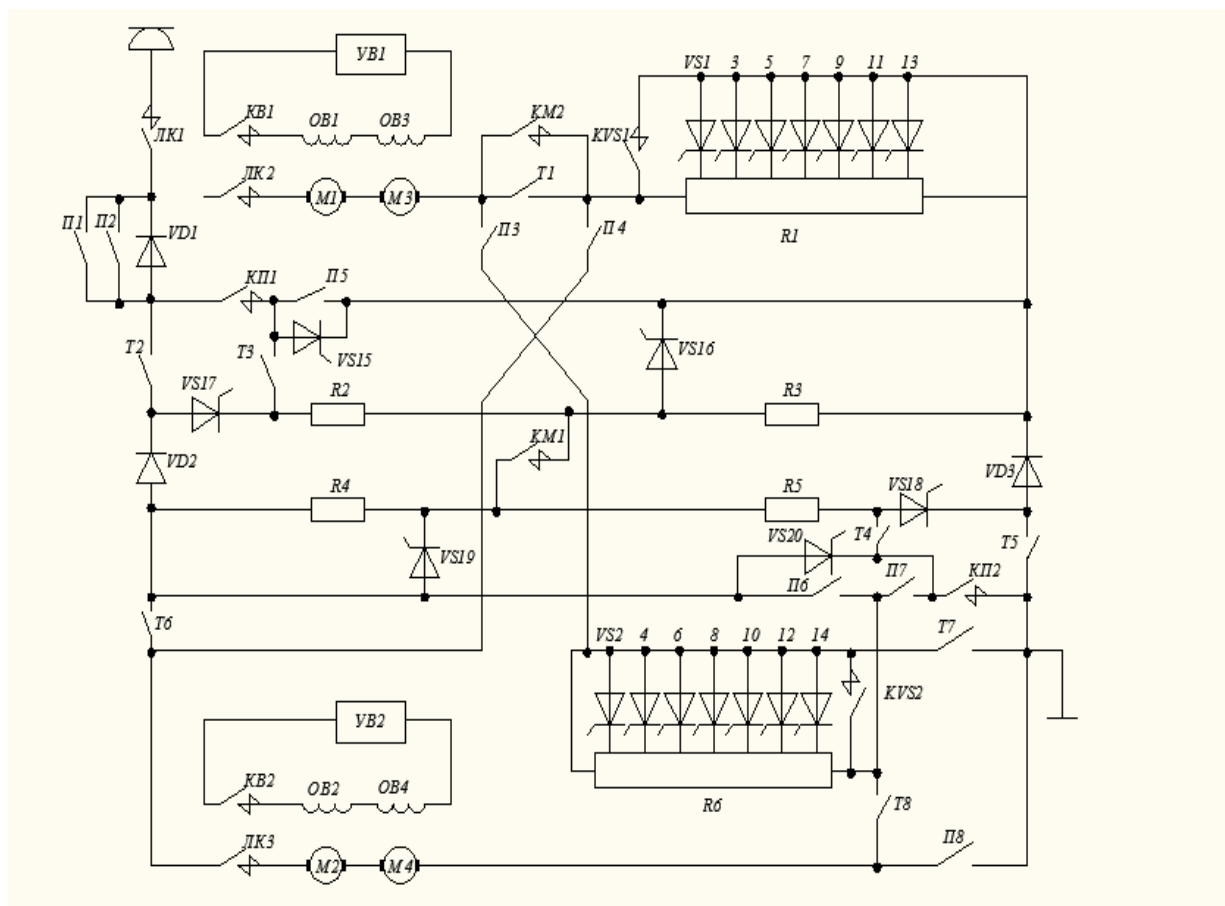


Рисунок 1- Принципиальная силовая схема вагона метрополитена с НВ ТМ разработанной кафедрой «Электрический транспорт» (МЭИ)

При использовании системы с АР НВ ТМ реализуются [1]:

- улучшение тяговых свойств в зоне ограничения динамической жесткости тяговых характеристик и регулирования силы тяги условиями сцепления и в зоне ослабления поля ТМ соответственно за счет повышения силы

тяги согласно с фактически действующим ограничением при уменьшении разброса нагрузок параллельно включенных групп ТМ;

- повышение эффективности тормозного процесса за счет более плавного регулирования тормозной силы в зоне высоких скоростей движения и сохранения максимальной тормозной силы до существенно меньшей скорости движения;

- рекуперативное торможение, являющееся основным резервом повышения энергетической эффективности вагонов метрополитена, с осуществлением в этом режиме перегруппировки ТМ;

- возможность использования более эффективных энергосберегающих алгоритмов управления в пусковых режимах.

Кроме этого, показатели ТЭП ЭПМ могут быть дополнительно повышены при использовании возможных усовершенствований конструкции [2]. Это обеспечивает снижение пусковых реостатных потерь практически вдвое и увеличивающей эффективность рекуперации. Таким образом, общие потери энергии при пуске в реальных условиях эксплуатации в Мосметрополитене уменьшаются с 8-10 до 4-5 % [3].

Вывод. Объективные данные показывают, что при реализации на ЭМП с тяговыми машинами постоянного тока (ТМ ПТ) простых и проверенных на опытных образцах технических решений по совершенствованию их ТЭП они не будут уступать поездам с АТМ ни по одному показателю. При цене ориентировочно вдвое меньшей они будут существенно эффективнее. Важнейшим их преимуществом является возможность использования полученных результатов при модернизации эксплуатируемых ЭПМ, значительная часть которых ещё не отработала расчётного срока. Поэтому использование ТЭП с ТМ ПТ перспективно.

Библиографический список

1. Тулупов В. Д. Схема силовых цепей вагонов метрополитена с независимым возбуждением тяговых машин и тиристорным реостатным контроллером / В. Д. Тулупов, А.П. Марченков, С.И. Кабанец и другие. // Тр. МЭИ 1992, выпуск 641, С. 36-45.

2. Электропривод постоянного тока. Состояние и тенденции // Докл. Научно-практического семинара. – М. : Изд. МЭИ. 2002.

3. Тулупов В.Д.. Тяговый электропривод постоянного тока с наилучшими технико-экономическими показателями / В.Д. Тулупов // Сборник «Электросила», выпуск 41. Г. Санкт-Петербург, 2002. - С. 196-210.

КИНЕМАТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИКОВОГО КАНТОВАТЕЛЯ В РЕЖИМЕ ЗАХВАТА ЗАГОТОВКИ

Тутынин А.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alex_vtut@mail.ru*

Статья посвящена кинематическому исследованию роликового кантователя прокатного стана в режиме захвата заготовки аналитическим методом с использованием способа замкнутых векторных контуров. В статье выявлены аналитические зависимости углов поворота, угловых скоростей и ускорений звеньев механизма кантователя от времени.

Ключевые слова: роликовый кантователь, кинематическое исследование, векторный контур, угловая скорость, угловое ускорение

В работе [1, С. 147-148] авторами было проведено кинематическое исследование роликового кантователя для режима захвата заготовки с применением метода планов скоростей. В настоящей статье проведем анализ кинематики роликового кантователя для этого же режима работы аналитическим методом. Для этого построим векторные контуры и запишем векторные уравнения для контура $O_2BO_1O_2$ (рисунок 1).

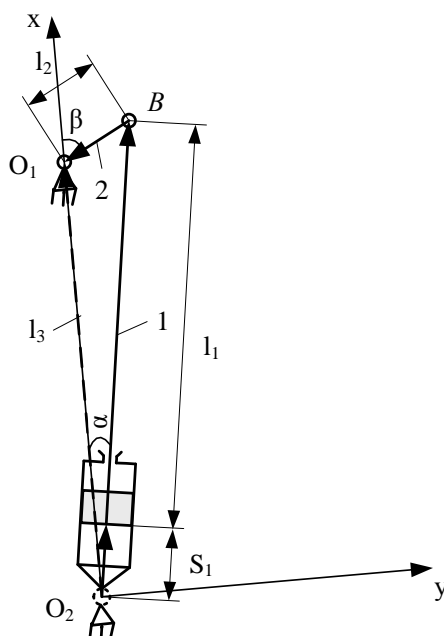


Рисунок 1 – Векторные контуры для режима захвата заготовки

$$(\vec{S}_1 + \vec{l}_1) + \vec{l}_2 = \vec{l}_3 \quad (1)$$

Проецируя вектора контура на оси координат, получим:

$$\begin{cases} (S_1 + l_1) \cdot \cos \alpha - l_2 \cdot \cos \beta = l_3, \\ (S_1 + l_1) \cdot \sin \alpha - l_2 \cdot \sin \beta = 0. \end{cases} \quad (2)$$

Из системы уравнений (2) можно определить α и β как функции времени.

Разделим переменные и возведем в квадрат и сложим левые и правые части уравнений системы (2)

$$(S_1 + l_1)^2 = (l_3 + l_2 \cdot \cos \beta)^2 + l_2^2 \cdot \sin^2 \beta. \quad (3)$$

Из уравнения (3) можно выявить зависимость β от S

$$\cos \beta = C + B \cdot S_1 + A \cdot S_1^2, \quad (4)$$

$$\text{где } A = \frac{1}{2 \cdot l_2 \cdot l_3}; \quad B = \frac{l_1}{l_2 \cdot l_3}; \quad C = \frac{l_1^2 - l_2^2 - l_3^2}{2 \cdot l_2 \cdot l_3}.$$

$$\beta = \arccos(C + B \cdot S_1 + A \cdot S_1^2) \quad (5)$$

Дифференцируя уравнение (5) по времени и учитывая, что $S_1 = V_1 \cdot t$, найдем угловую скорость и ускорение звена 2.

$$\omega_2 = \frac{d\beta(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\arccos(C + B \cdot V_1 \cdot t + A \cdot V_1^2 \cdot t^2) \right) = \frac{-B \cdot V_1 - 2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t}{\sqrt{1 - (C + B \cdot V_1 \cdot t + A \cdot V_1^2 \cdot t^2)}} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \varepsilon_2 &= \frac{d\omega(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{-B \cdot V_1 - 2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t}{\sqrt{1 - (C + B \cdot V_1 \cdot t + A \cdot V_1^2 \cdot t^2)}} \right) = \\ &= \frac{(B \cdot V_1 + 2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t)^2 \cdot (C + B \cdot V_1 \cdot t + A \cdot V_1^2 \cdot t^2) - 2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot (1 - (C + B \cdot V_1 \cdot t + A \cdot V_1^2 \cdot t^2)^2)}{(1 - (C + B \cdot V_1 \cdot t + A \cdot V_1^2 \cdot t^2))^{3/2}} \end{aligned} \quad (7)$$

Подставим полученную зависимость (4) в первое уравнение системы (2) и найдем зависимость α от S

$$\cos \alpha = \frac{l_3 + l_2 \cdot C + l_2 \cdot B \cdot S_1 + l_2 \cdot A \cdot S_1^2}{S_1 + l_1} \quad (8)$$

$$\alpha = \arccos \left(\frac{l_3 + l_2 \cdot C + l_2 \cdot B \cdot S_1 + l_2 \cdot A \cdot S_1^2}{S_1 + l_1} \right) \quad (9)$$

Дифференцируя уравнение (9) по времени найдем угловую скорость звена 1.

$$\begin{aligned}
\omega_1 &= \frac{d\alpha(t)}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\arccos \left(\frac{l_3 + l_2 \cdot C + l_2 \cdot B \cdot V_1 \cdot t + l_2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t^2}{V_1 \cdot t + l_1} \right) \right) = \\
&= - \frac{(l_2 \cdot B \cdot V_1 + 2 \cdot l_2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t) \cdot (V_1 \cdot t + l_1) - (l_3 + l_2 \cdot C + l_2 \cdot B \cdot V_1 \cdot t + l_2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t^2) \cdot V_1}{(V_1 \cdot t + l_1)^2 \sqrt{1 - \left(\frac{l_3 + l_2 \cdot C + l_2 \cdot B \cdot V_1 \cdot t + l_2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t^2}{V_1 \cdot t + l_1} \right)^2}} = (10) \\
&= \frac{l_3 \cdot V_1 + l_2 \cdot C \cdot V_1 - l_1 \cdot l_2 \cdot B \cdot V_1 - l_2 \cdot A \cdot V_1^3 \cdot t^2 - 2 \cdot l_1 \cdot l_2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t}{(V_1 \cdot t + l_1)^2 \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{l_3 + l_2 \cdot C + l_2 \cdot B \cdot V_1 \cdot t + l_2 \cdot A \cdot V_1^2 \cdot t^2}{V_1 \cdot t + l_1} \right)^2}}
\end{aligned}$$

Дифференцируя уравнение (10) по времени можно найти угловое ускорение звена 1.

Для других режимов работы роликового кантователя кинематическое исследование проводится аналогичным образом.

Библиографический список

1. Бородин В.Г. Решение задачи поворота заготовки с помощью роликового кантователя / В.Г. Бородин, А.В. Тутьнин // Успехи современного естествознания.- 2012.- № 6.- С. 147 - 148.

УДК 621.914

УПРАВЛЕНИЕ ТОЧНОСТЬЮ ФРЕЗЕРОВАНИЯ НЕЖЕСТКИХ ДЕТАЛЕЙ

Игошин И.С., Потапов И.С.

Научный руководитель: Жидецкая А.С.

*Алтайский государственный технический университет им.И.И.Ползунова,
г. Барнаул, e-mail: 9132750709@mail.ru*

В статье рассмотрен способ управления точностью фрезерования нежестких деталей, основанный на изменении минутной подачи инструмента и позволяющий повысить производительность обработки. Выполнено математическое моделирование процесса фрезерования нежестких деталей по рассмотренному способу.

Ключевые слова: нежесткие детали, фрезерование, способ управления точностью, метод конечных элементов.

Существующая тенденция к снижению материалоемкости выпускаемых изделий, возрастающие потребности промышленности в упругих

устройствах обусловили непрерывный рост объема производства нежестких корпусных деталей высокой точности. Нежесткие корпусные детали применяются в широком классе машин. Анализ литературных источников, рабочих чертежей нежестких корпусных деталей позволил выявить наиболее характерные требования по точности, предъявляемые к данным поверхностям: отклонения формы и взаимного расположения главных поверхностей - от 5 мкм до 50 мкм; точность линейных размеров (толщина стенки) - 7 - 10 качества; параметр шероховатости, Ra - 0,32 - 0,25 мкм. Достижение данных требований без использования специально разработанных способов достижения требуемой точности весьма затруднительно.

В АлтГТУ г. Барнаул разработан способ управления показателями точности (СУПТ) фрезерования нежесткой корпусной детали [1, 2], в котором обеспечение заданных показателей волнистости, плоскостности и толщины стенки осуществляется автоматически, за счет изменения режима резания в процессе обработки. Принципиальная схема способа приведена на рисунке 1.

Техническое решение предусматривают возможность управление показателями точности нежесткой детали посредством управления подачей инструмента или заготовки в зависимости от положения фрезы относительно нежесткой заготовки.

Особенности технической реализации СУПТ обусловлены конструкцией объекта обработки. Приведем пример реализации СУПТ при фрезеровании нежестких стенок корпусной детали

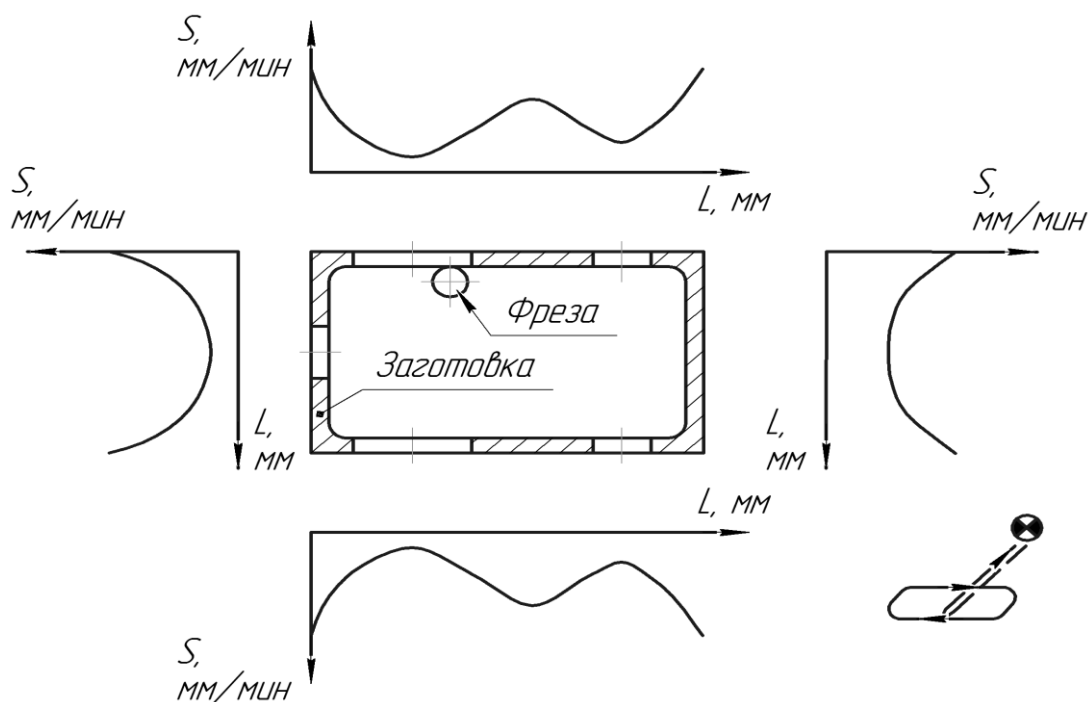


Рисунок 1 – Способ управления показателями точности фрезерования нежесткой детали

На первом этапе необходимо доказать принципиальную возможность реализации СУПТ для конкретной детали и определить условия его осуществления. Для решения поставленной задачи следует провести математический эксперимент.

Прогнозирование величин деформаций нежесткого элемента заготовки в процессе его обработки обеспечивается посредством метода конечных элементов. Построение геометрической модели объекта обработки и разбиение его на конечные элементы можно осуществить с помощью прикладных программ пакетов Solid Works, ANSYS, Компас и др.

В качестве исходных данных для моделирования процесса фрезерования выступают: технические характеристики оборудования, инструмента; режимы обработки; сведения об обрабатываемом материале; чертеж детали. При моделировании используется ряд ограничений, к основным из которых можно отнести возможные величины смещений заготовки относительно установочных элементов приспособления в различных направлениях, а также размеры площадок, к которым приложены внешние силы (усилия зажима, сила резания).

После создания сетки может быть осуществлена процедура решения, в результате которой будет получена картина относительных перемещений и напряжений в детали. При визуализации результатов расчетов программа отображает характер деформации модели в масштабе, позволяющем иметь представление об их структуре, а суммарные перемещения в каждой точке тела модели и внутренние напряжения отображаются с помощью цветowych шкал (рисунок 2).

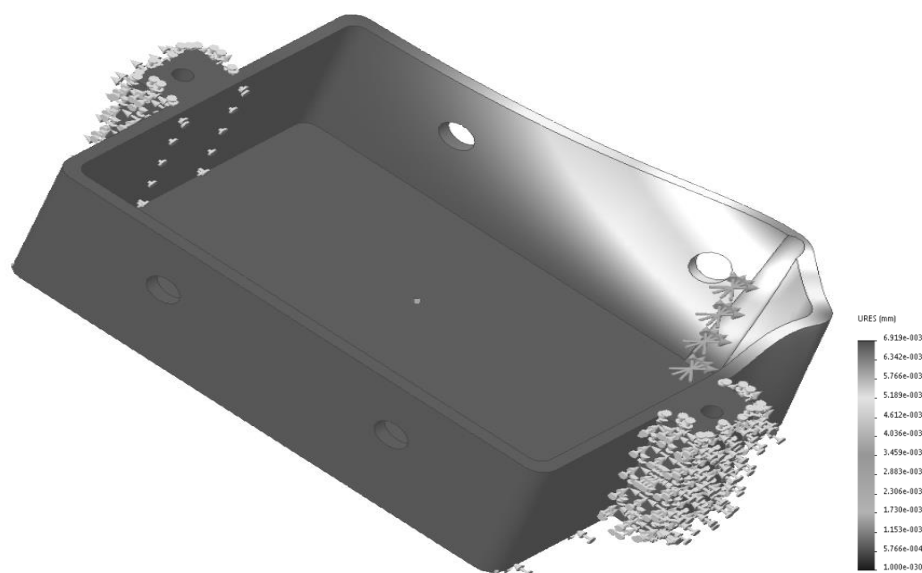


Рисунок 2 - Эпюра суммарных относительных перемещений в среде SolidWorks

При расчетах должны учитываться значения внутренних напряжений, которые должны быть меньше предела пропорциональности материала детали.

На первом этапе реализации СУПТ деталь разбивается на ряд сечений (рисунок 3).

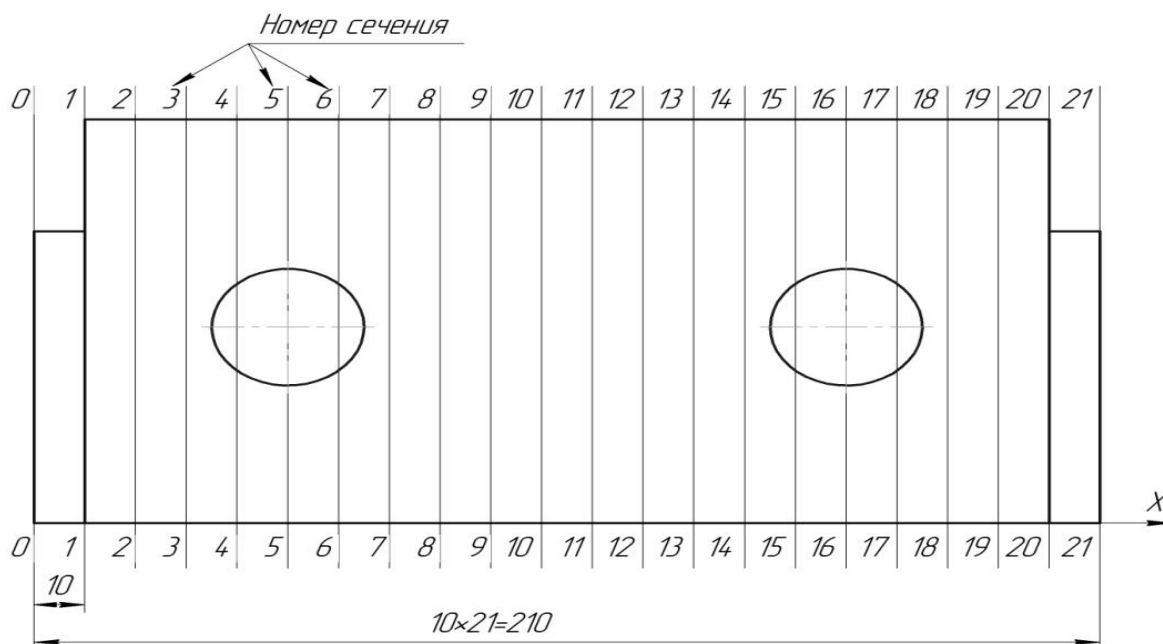


Рисунок 3 – Сечения детали

Далее определяется зависимость перемещений стенки детали от координаты приложения нагрузки X (рисунок 4). Зависимость перемещений стенки детали от координаты приложения нагрузки показана на рисунке 4.

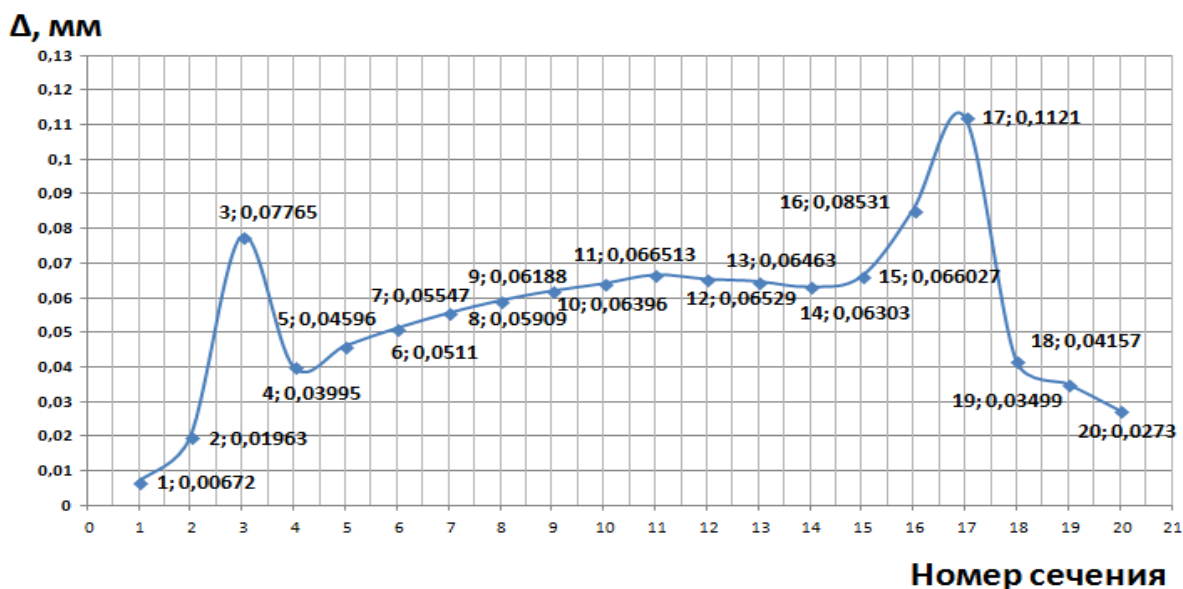


Рисунок 4 - Зависимость перемещений стенки детали от координаты приложения нагрузки

Полученный график показал, что на деформацию стенки оказывает значительное влияние конструктивно-геометрические характеристики детали.

В большинстве случаев обработки, деформации в заготовке не превысят предела пропорциональности, однако, в определённых условиях, например, при сочетании высокой пластичности материала и низкой жесткости детали, возможно возникновение пластических деформаций, ведущих к недопустимому короблению детали.

Второй этап реализации СУПТ. Для обеспечения заданных отклонений формы и взаимного расположения поверхностей необходимо обеспечить равномерное перемещение стенки заготовки. С этой целью для каждого сечения детали подбирается сила резания, необходимая для получения перемещения, равного предельно допустимому. Допустимое перемещение стенки заготовки определяется техническими требованиями, предъявляемыми к детали.

На третьем этапе реализации СУПТ по подобранной силе резания необходимо рассчитать подачу фрезы для каждого положения инструмента относительно заготовки.

На рисунке 5 отобразена зависимость минутной подачи от положения фрезы.

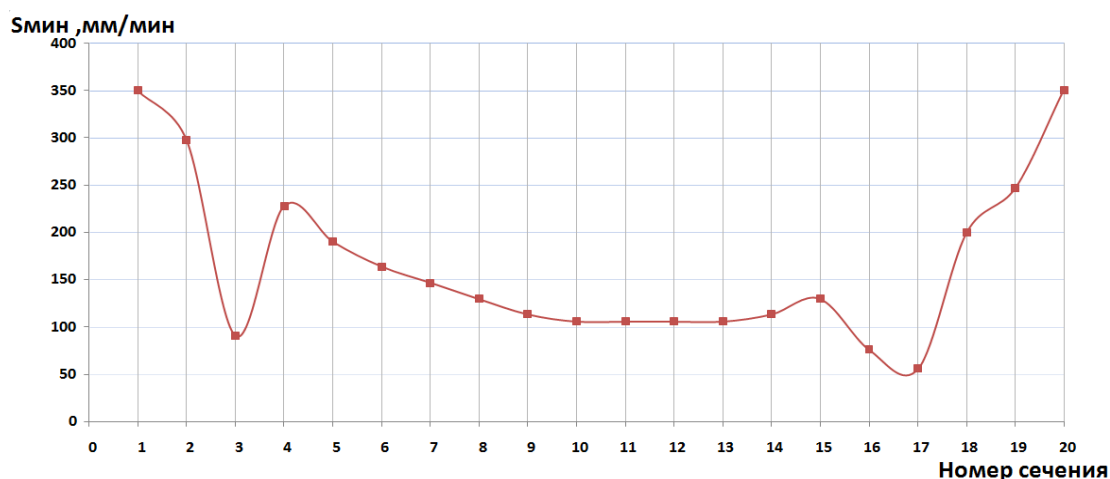


Рисунок 5 – Зависимость минутной подачи от координаты приложения нагрузки

На четвертом этапе реализации СУПТ рассчитанные значения минутной подачи должны учитываться при подготовке управляющей программы для станка с ЧПУ.

Выводы. Математическое моделирование процесса фрезерования нежесткой детали с использованием метода конечных элементов выявило зависимость величины деформации тонкостенной поверхности детали от положения фрезы в процессе обработки, и позволяет назначить минутную подачу, обеспечивающую необходимую деформацию.

Разработанная методика назначения минутной подачи в зависимости от жесткости заготовки позволяет обеспечить равномерную деформацию заготовки и, следовательно, обеспечить необходимую точность обработки с наименьшим временем.

Библиографический список

1. Балашов А.В. Моделирование процессов формообразование поверхностей деталей методом конечных элементов. / А.В. Балашов, Е.Ю. Татаркин, А.А. Черепанов, И.С. Потапов, В.С. Силивакин// Вестник Алтайской науки №2-2.- 2013.- С. 222-227.
2. Черепанов А.А. Совершенствование элементов технологической оснастки для обработки нежестких деталей/ А.А.Черепанов, А.В. Балашов, Т.Г. Светлова// Ползуновский альманах. 2012.- № 1.- С. 223-227.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 /Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1985. 496 с.

УДК 621-23

***n-m* ХАРАКТЕРИСТИКИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ВТОРОГО ВИДА**

Яскевич О.М.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Дворников Л.Т.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Yaskevich_omm@mail.ru*

В настоящей статье решается задача синтеза структур механизмов второго вида на основе всеобщей (универсальной) классификации механизмов. Определено понятие механизмов второго вида и область исследования. Получены 25 решений, наглядная закономерность которых позволила остроить *n-m* характеристики для цепей второго вида. Получен графический метод, при помощи которого возможно решение задачи синтеза цепей второго вида с подвижностью $W=0$.

Ключевые слова: второй вид, кинематические цепи, *n-m* характеристики, треугольник решений.

В работе [1 С. 18-29] были обоснованы и показаны подходы к построению всеобщей (универсальной) классификации механизмов. Согласно этой классификации механизмы могут отличаться друг от друга по принадлежности их к ассуровым и неассуровым; по видам в зависимости от сложности базисного звена механизма; по их семействам в соответствии с теорией Добровольского В.В о числе общих накладываемых на весь механизм связей; по классам и по порядкам.

Согласно [1, С. 19] все кинематические цепи через параметр τ (вид механизма) описываются системой двух уравнений, независимо определяющих сумму всех используемых в цепи кинематических пар ($\sum p_k$) и общего числа содержащихся в цепи подвижных звеньев (n)

$$\begin{cases} \sum p_k = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_1 + n_0, \end{cases} \quad (1)$$

где k – класс кинематических пар, $k = 1, 2, 3, 4, 5$ (пара 5 класса – одно-подвижная), n_i – число звеньев, добавляющих в цепь по i кинематических пар, n_0 – число звеньев, не добавляющих кинематических пар.

Помимо этого известно [2, С. 6], что все механические системы описываются универсальной структурной формулой подвижности, обоснованной профессором Добровольским В.В.

$$W = (6 - m)n - \sum (k - m)p_k, \quad (2)$$

где W – подвижность кинематической цепи, а m – параметр Добровольского, как целое положительное число, определяющее количество общих наложенных на всю кинематическую цепь связей. Этот параметр может изменяться от $m = 0$ до $m = 4$.

Совместное использование формулы подвижности Добровольского (2) и уравнений (1) позволило создать универсальную структурную систему

$$\begin{cases} W = (6 - m)n - \sum (k - m)p_k, \\ \sum p_k = \tau + (\tau - 1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1, \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_1 + n_0, \end{cases} \quad (3)$$

Частная задача синтеза структур механизмов ($W = 1$) второго вида ($\tau = 2$) сводится к исследованию их математической модели

$$\begin{cases} W = (6 - m)n - \sum (k - m)p_k, \\ \sum p_k = 2 + n_1, \\ n = 1 + n_1 + n_0, \end{cases} \quad (4)$$

и формулируется так – найти полный состав всех возможных кинематических цепей, удовлетворяющих условиям системы (4).

В таблице 1 приведены двадцать пять возможных решений системы (4).

Таблица 1 - Подсемейства и сочетания кинематических пар

	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$
$m=0$	$W_{0(6)}$ при $p_5=1, p_4=1$ и $p_2=1$ $W_{0(12)}$ при $p_5=1$ и $p_3=2$ $W_{0(15)}$ при $p_5=2$ и $p_1=1$ $W_{0(20)}$ при $p_4=2$ и $p_3=1$	$W_{0(4)}$ при $p_5=2, p_4=1$ и $p_3=1$ $W_{0(8)}$ при $p_5=1$ и $p_4=3$ $W_{0(14)}$ при $p_5=3$ и $p_2=1$	$W_{0(8)}$ при $p_5=3$ и $p_4=2$ $W_{0(12)}$ при $p_5=4$ и $p_3=1$	$W_{0(8)}$ при $p_5=5$ и $p_4=1$	$W_{0(16)}$ при $p_5=7$

Окончание таблицы 1

	$n=3$	$n=4$	$n=5$	$n=6$	$n=7$
$m=1$	$W_{1(2)}$ при $p_5=1, p_4=1$ и $p_3=1$ $W_{1(7)}$ при $p_5=2$ и $p_2=1$ $W_{1(12)}$ при $p_4=3$	$W_{1(4)}$ при $p_5=2$ и $p_4=2$ $W_{1(6)}$ при $p_5=3$ и $p_3=1$	$W_{1(4)}$ при $p_5=4$ и $p_4=1$	$W_{1(8)}$ при $p_5=6$	
$m=2$	$W_{2(2)}$ при $p_5=1$ и $p_4=2$ $W_{2(3)}$ при $p_5=2$ и $p_3=1$	$W_{2(2)}$ при $p_5=3$ и $p_4=1$	$W_{2(4)}$ при $p_5=5$		
$m=3$	$W_{3(1)}$ при $p_5=2$ и $p_4=1$	$W_{3(2)}$ при $p_5=4$			
$m=4$	W_4 при $p_5=3$				

Представим решения таблицы 1 в графическом виде, т.е. построим их в n - m координатах.

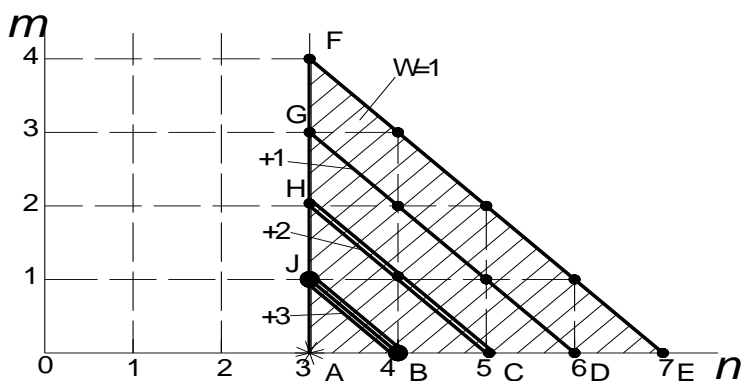


Рисунок 1 - Треугольник решений AEF для одноподвижных цепей второго вида

Точки на *прямой* EF – граница решений. Здесь все решения состоят из пар p_5 . Точки на *прямой* GD – содержат одно решение, но если составить такую цепь только из пар p_5 , то её подвижность будет $(W+1)$, соответственно для получения решения нужно высвободить одну подвижность из кинематических пар. Прямую GD можно условно назвать *прямая* $(+1)$. Все решения на *прямой* $(+1)$ содержат одну p_4 . *Прямая* HC – проведена двойной линией. Её подвижность только из пар p_5 будет $(W+2)$. Здесь двойку можно представить как $(1+1) - (p_4+p_4)$ или $(2) - (p_3)$, поэтому линия $+2$ и содержит два решения в которых присутствуют обязательно две p_4 или одна p_3 . *Прямая* JB – проведена тройной линией. Её подвижность только из пар p_5 будет $(W+3)$. «3» можно представить как $(1+1+1) - (p_4+p_4+p_4)$, $(2+1) - (p_3+p_4)$ или $(3) - (p_2)$. Поэтому линия $+3$ и содержит три решения в которых присутствуют обязательно три p_4 ; p_5 , p_4 и одна p_3 ; или одна p_2 . Точка A соответствует вершине треугольника решений AEF . Подвижность цепей в вершине A , состоящих только из пар p_5 будет $(W+4)$. «4» можно представить в виде $(4) - (p_1)$; $(3+1) - (p_2+p_4)$; $(2+2) - (p_3+p_3)$; $(2+1+1) - (p_3+p_4+p_4)$ или $(1+1+1+1) - (p_4+p_4+p_4+p_4)$, однако послед-

нее решение не может быть выполнено т.к. $n=3$, а соответственно $\Sigma p_k=3$. Поэтому точка A содержит четыре решения.

Сместив влево на 1 можно получить решения для цепей второго вида с подвижностью $W=0$ (рисунок 2). Свободная замкнутая цепь не может состоять менее чем из трех звеньев, поэтому треугольник ADE это усеченный треугольник AEF .

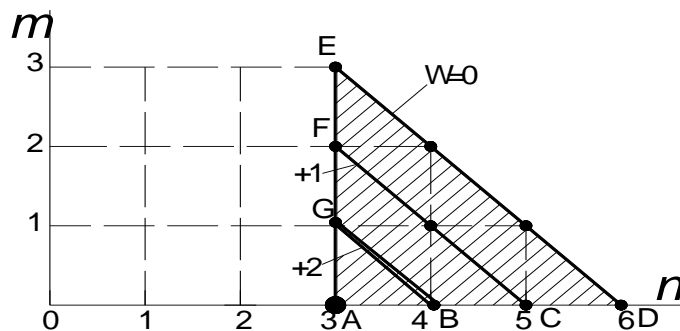


Рисунок 2 - Треугольник решений ADE для цепей второго вида с подвижностью $W=0$

Точки на прямой DE имеют одно решение, состоящее из пар p_5 ; точки на прямой CF (+1) – одно решение, состоящее из пар p_5 и одной p_4 ; точки на прямой GB (+2) два решения, состоящих из p_5 и двух p_4 или p_5 и одной p_3 . Точка A содержит три решения обязательно три p_4 ; p_5 , p_4 и одна p_3 ; или p_5 и одна p_2 . Количество пар p_5 определяется из правила [3, С. 3]

$$\sum n = \sum p_k \quad (5)$$

где $\sum n$ – общее количество звеньев;

$\sum p_k$ – общее количество кинематических пар.

Таким образом, рассмотрен графический метод, при помощи которого, решив задачу об *одноподвижных* механизмах второго вида, можно графически решить задачу синтеза структур кинематических цепей второго вида с подвижностью $W=0$.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т. Основы всеобщей (универсальной) классификации механизмов / Л.Т. Дворников // Теория механизмов и машин.- 2011.- № 18. Том 9.- С. 18-29.
2. Добровольский В.В. Основные принципы рациональной классификации механизмов / В.В. Добровольский // Структура и классификация механизмов.- М.; Л.: Издательство АН СССР. – 1939. – С. 5-48.
3. Дворников Л.Т. Жуковский Н.С. Адаптированный перевод с немецкого языка статьи: «Martin Grübler Allgemeine Eigenschaften der zwanglaufigen ebenen kinematischen Ketten» изданной в Лейпциге в 1883 г. // Теория механизмов и машин.- 2011.- Том 9.- С. 3-17.

III. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 712.4:728.2

ЗЕЛЁНЫЙ ДОМ С ЭЛЕМЕНТАМИ ГОРОДСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Никитина Н.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Осипов Ю.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Изложены проектно-исследовательские результаты и основные подходы в проектировании жилых домов с вертикальным озеленением. Впервые в Сибирском регионе разработан и предложен жилой дом точечного типа с вертикальным озеленением и элементами городского земледелия. Рассмотрено устройство этажей - рекреаций, что позволяет жителям не выходя во двор ощутить микроклимат зелёного пространства.

Ключевые слова: зелёный дом, этаж-рекреация, городское земледелие.

По прогнозам демографов к началу XXIV в. из населения планеты 7 млрд. чел. – 5,5 млрд. будут жить в городах. Урбанизация, как неизбежное следствие индустриализации, создает серьезные экологические проблемы.

Развитие мегаполисов несет изменения естественных условий жизни: загрязнение атмосферного воздуха, высокий уровень шума, мир камня и бетона, изолированных пространств – ведет к повышению заболеваемости, негативным сдвигам психики городских жителей.

Преимущества зеленых домов, кроме того, что это необычно и красиво, очевидны: растения защищают здания от разрушений, очищают воздух, задерживают сточные воды после дождя. Кроме того балконы могут быть использованы для выращивания зелени, овощей, цветов, что является важным для жизни практически любого горожанина.

В связи с этим проблема экологичных и зеленых пространств актуальна во всем мире.

В рамках дипломного проекта на кафедре архитектуры СибГИУ был выполнен проект зеленого дома точечного типа с элементами городского земледелия.

Особенностью объемно-планировочного решения, а также ключевым моментом дизайна является создание открытых этажей-рекреаций, предназначенных для создания зеленого сада.

Дом имеет размеры в осях 29.3×23.6м. Тринадцать основных этажей здания жилые, первый этаж - административный, также имеется технический чердак на отметке + 52.800м и подвал на отметке – 2.400м.

В подвале расположены: инженерные коммуникации и хозяйственные помещения для 70 % квартир.

Этажи имеют квадратное очертание в плане. На первом этаже размещены колясочная, пост охраны и предусмотрены площади под офисы с отдельными входными узлами. Шестой и двенадцатый этаж – этажи-рекреации (рисунок 1), они представляют собой пространство сада с размещением в нем большого количества карликовых декоративных деревьев, кустарников, вазонов с цветами, мест для отдыха.



Рисунок 1 – План этажа-рекреации

На каждом из этажей жилой зоны расположено по пять квартир: 4 - двухкомнатные, 1 - однокомнатная. Площади комнат различны. Планировочное решение пространств квартир (рисунок 2) основано на протекающих в ней жизненных процессах: просторные коридоры между комнатами, удобные подходы к спальным зонам и общим комнатам.

За отметку ± 0.000 условно принята отметка чистого пола первого этажа. Высота жилых этажей 3.3 м, подвала 2,55м, технического 2м. Высота здания от уровня земли до верха крыши 57.1м.

Сообщение между этажами осуществляется по монолитной двухмаршевой лестнице и с помощью двух лифтов: грузового и пассажирского. Вход в подвал и складские помещения осуществляется с отметки первого этажа.

В доме предусмотрен мусоропровод.

Освещение здания совмещенное. Часть помещений в здании по внеш-

нему контуру освещена естественным солнечным светом, а для освещения центральной части применяется искусственный рассеянный свет.

Кровля плоская выполнена из рулонного материала. На покрытии имеются декоративные неэксплуатируемые башни с ложными окнами. Технический этаж утепленный. Водосток внутренний.

Несущий остов здания представляет собой монолитный железобетонный каркас с кирпичным стеновым заполнением.

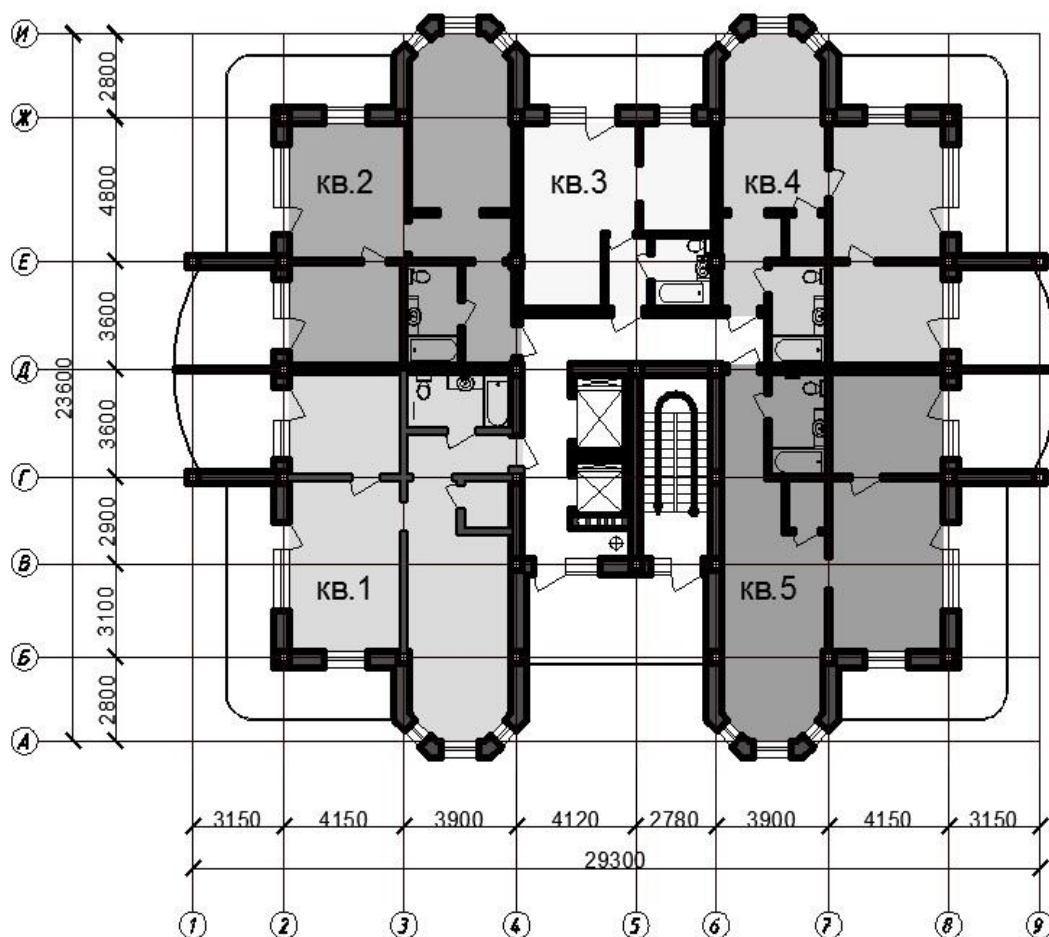


Рисунок 2 – План типового этажа

Наружные стены – кирпичная кладка из обыкновенного полнотелого глиняного кирпича с наружным утеплением из экструдированного пенополистирола марки «Руфмат». Внутренние стены – кирпичные с нормируемой шумоизоляцией и последующей отделкой. Перегородки – кирпичные с последующей отделкой.

Фундамент – свайный, столбчатый. Для защиты стен фундамента предусмотрена гидроизоляция типа ПЕНЕТРОН.

Чердак - утепленный, предназначен для обеспечения вентиляции подкровельной зоны, а так же для размещения лифтового и другого инженерного оборудования. Вентиляционные каналы выкладываются из полнотелого

кирпича.

Фасад здания оштукатурен и окрашен (рисунок 3).

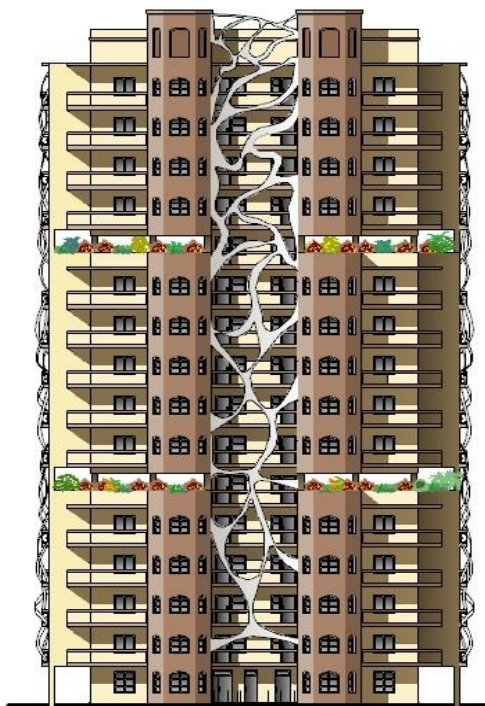


Рисунок 3 – Фасад

Основной целью проекта было создать ощущение близости жильцов к природе независимо от того на каком этаже они живут. Благодаря тени от растений внутренние помещения будут меньше нагреваться летом и лучше сохранять тепло зимой. Зелень на балконах квартир очищает воздух внутри помещения и обеспечит снижение уровня шума. Особый микроклимат, созданный в квартире, благодаря естественному саду позволяет человеку забыть о суете города, наслаждаясь тишиной и уединением.

Библиографический список

1. Экологическое строительство в России [Электронный ресурс] //Национальное агенство устойчивого развития [Офиц. сайт.]. URL: [http:// greagency.ru/ekologicheskoe-stroitelstvo-v-rossii/](http://greagency.ru/ekologicheskoe-stroitelstvo-v-rossii/) (дата обращения:13. 04. 2015).
2. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для студентов вузов в 5т. / Под общ.ред. В.М.Предтеченского. Т.II. Основы проектирования/Авт. Л.Б.Великовский, Н.Ф. Гуляницкий, В.М. Ильинский и др. – М.:Стройиздат, 1976.- 215 с.
3. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий/ Госстрой России. - М.: ГУП ЦПП, 2005.
4. Рафайнер Ф. Высотные здания: объемно-планировочные и конструктивные решения. М.: Стройиздат, 1982.
5. Осипов, Ю.К. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий: учеб.пособие / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина, А.П. Семин; Сиб. гос. индустр. ун-т.- Новосибирск, Изд. СО РАН, 2014.- 406 с.

СОВРЕМЕННАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ШКОЛА НА 800 УЧАЩИХСЯ

Кривинцова Е.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Осипов Ю.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Проведено исследование и поиск объёмно-планировочного решения школьного здания исходя из современных требований образовательного процесса. Школьное здание разделено на отдельные блоки, несущие разную функциональную нагрузку. Несомненной новинкой данного проекта является покрытие школьного двора прозрачными куполами, что позволит создать гармоничное пространство для отдыха школьников и их физического развития в любое время года.

Ключевые слова: школа, блочная планировка, закрытый школьный двор.

Школьные здания, построенные в прежние годы, по техническому состоянию еще пригодные для эксплуатации, устарели морально, поэтому было решено в рамках дипломного проектирования создать проект современной школы, которая будет с функциональной и эксплуатационной точки зрения более удобная и продвинутая, и здание этой школы, в случае реализации проекта, может украсить городской облик.

Сегодня при проектировании общеобразовательной школы основной задачей является создание функционального пространства, которое бы обеспечивало оптимальные условия для развития школьников, было безопасным и эргономичным, а также положительно влияло на психику и настроение обучающегося, т.е. обеспечивало оптимальный воспитательный процесс.

В данном проекте было предложено разделить здание школы на отдельные блоки, которые несут разную функциональную нагрузку. Школа двухэтажная, состоящая из 5 блоков, соединенных между собой внутренним двором и коридорами. Так же в школе предусмотрено отделение начальных классов от средних, что позволит избежать и некоторых проблем, возникающих в результате общения младшеклассников со старшеклассниками.

Главной особенностью проектируемой школы является внутренний двор, который покрыт стеклянным куполом, выполненным в виде глобуса, это позволит создать гармоничное пространство для отдыха учащихся, их физического развития. Школьники смогут в любое время года выходить на территорию внутреннего двора без верхней одежды (рисунок 1).

Главный корпус несет общественную функцию, в нем на первом этаже располагаются: входная зона, включающая в себя холл, гардероб, охранный пост; библиотека с читальным залом; медпункт; канцелярия и служебные помещения. На втором этаже: кабинет директора; приемная; учительские,

конференц-зал, а так же служебные помещения.

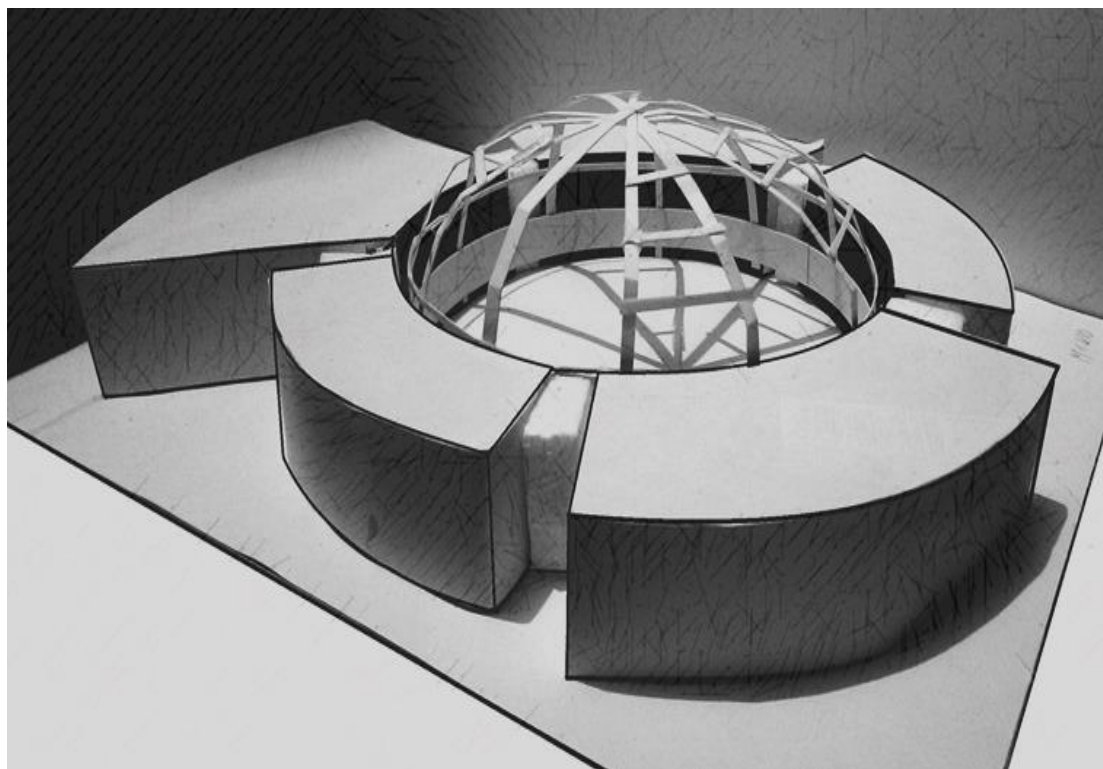


Рисунок 1- Фото с макета

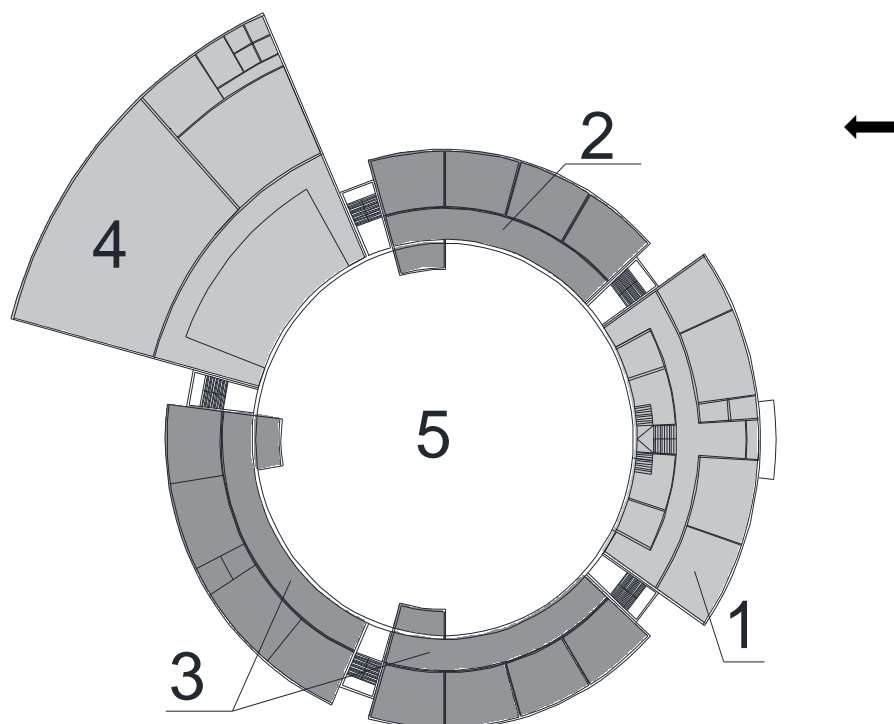
Блок для начальных классов расположен по левую сторону от главного корпуса, в нем находится 8 кабинетов, по 4 на каждом этаже. Кабинеты для 1 и 2-го классов будет решены нестандартно, чтобы дети смогли не только учиться, но и работать сообща. Так же в каждом кабинете предусмотрены шкафчики для личного пользования.

Блоки для средних и старших классов расположены по правую сторону от главного корпуса. В первом корпусе находится 8 кабинетов, по 4 на каждом этаже. Во втором так же 8 кабинетов, но в нем предусмотрены лаборантские для кабинетов физики, химии и биологии, и инструментальная для кабинета технологии.

Блоки классов для начального и среднего звена соединены переходом с блоком, в котором расположены актовый зал, столовая с необходимыми для нее помещениями, и спортивный зал.

Несущий остов здания монолитный железобетонный каркас с кирпичным заполнением. Несущая часть купола выполнена из криволинейных стальных арок, опирающихся на нижнее опорное кольцо по всему контуру и соединенных у вершины купола стальным опорным кольцом. Нижнее опорное кольцо состоит из 2-х частей: нижнее кольцо железобетонное, являющееся основанием для верхнего стального кольца. Благодаря такому устройству железобетонное кольцо перераспределяет нагрузку с купола и передает ее на нижележащие конструкции, а стальное кольцо не будет связано с темпера-

турными блоками, что повысит устойчивость.



1 - Главный корпус; 2 - Блок для начальных классов; 3 -Блоки для среднего и старшего звена; 4 - Общественный блок, включающий в себя столовую, актовый зал и спорт зал; 5 - Внутренний двор

Рисунок 2 –Схема плана школы

Главное в школе – это дети, поэтому проектируя данную школу необходимо создать удобное и свободное пространство, чтобы ребенку хотелось учиться.

Библиографический список

1. СНиП II-65-73. Общеобразовательные школы и школы-интернаты. М.: Стройиздат, 1974.
2. Степанов, В.И. Школьные здания/ В.И. Степанов, Москва: Стройиздат, 1975.
3. Шерешевский, И. А. Конструирование гражданских зданий : [учеб. пособие для техникумов] / И. А. Шерешевский.- Изд. стер. – Москва: Архитектура-С, 2007.

ИЗУЧЕНИЕ ВЕЩЕСТВЕННОГО СОСТАВА ЗОЛЫ ОТ СЖИГАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В ВИХРЕВЫХ ТОПКАХ

Иванов А.И., Сыромясов В.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: syromyasov@mail.ru*

Приведены результаты комплексного исследования золы от сжигания углеродсодержащих отходов, как алюмосиликатного сырья для получения строительных материалов. Дана оценка стойкости золы к силикатному, железистому и известковому распадам, установлено, что техногенное сырье пригодно в качестве заполнителя для получения строительных материалов с конгломератной и ячеистой структурой.

Ключевые слова: углеродсодержащие отходы, алюмосиликатное сырье, зола, вихревые топки, строительные материалы.

В настоящее время в России экологическим аспектам развития техники и технологии стали уделять более пристальное внимание, приняты Экологическая доктрина и Федеральный закон «Об охране окружающей среды». «Сектор чистых технологий невозможен без решения вопросов утилизации и вторичного использования отходов», – заявил Д.А. Медведев на заседании Совета Безопасности по вопросу обеспечения экологической безопасности России.

Одним из наиболее массовых видов промышленных отходов являются отходы теплоэнергетики. О важности и актуальности решения экологических задач свидетельствует опыт работы Европейской Ассоциации производителей сжигания угля (ЕСОВА), в которую входят 15 европейских стран, а так же присоединившиеся организации на других континентах [1, С. 42-45]. Количество золы перерабатываемой членами ЕСОВА достигает 90 % [2, С. 125–148]. В нашей стране «вторичное использование» зол составляет только 10-15 % от объемов их образования, при этом, потенциал использования данного техногенного сырья намного шире и простирается от материалов для дорожного строительства до изготовления золокерамического кирпича и самостоятельного зольного вяжущего [3, С. 87-105].

Целью настоящей работы являлось изучение и оценка зол, образующихся при сжигании углеродсодержащих отходов в вихревых топках, как возможного техногенного сырья для получения строительных материалов. Работа выполнялась по государственному заданию Министерства образования и науки РФ (тема № 2555 «Развитие фундаментальных основ экономически эффективной утилизации углеродсодержащих отходов на основе их использования в качестве топлива для автоматизированных теплоэнергетических установок и производства строительных материалов из зольных остатков»).

Исследования показали, что эти золы характеризуются повышенным остаточным содержанием углерода. Пригодность золы для производства тех или иных видов строительных материалов меняется в зависимости от содержания остаточного углерода. Для железобетонных конструкций и изделий из легких бетонов остаток углерод не должен превышать 10 %, для бетонных конструкций и строительных растворов - 15 %, для изделий из ячеистых бетонов - 7 %; для бетонных и железобетонных конструкций, работающих в особо тяжелых условиях, - 5 %.

Исследования золы от сжигания отходов углеобогащения и испытания лабораторных строительных образцов на ее основе проводились в аккредитованном испытательном центре коллективного пользования «Материаловедение» и научно-исследовательской лаборатории «Строительные материалы» кафедры строительных технологий и материалов Сибирского государственного индустриального университета.

Химический состав золы, определенный методом рентгено-флуоресцентной спектроскопии (спектрометр ShimadzuXRF 1800), приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав золы от сжигания отходов углеобогащения

	Содержание оксидов, % (на абсолютно сухую навеску)											
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	R ₂ O	MnO	S	P	C	ппп
Исходная зола	31,70	0,89	13,73	3,89	1,40	7,33	2,94	0,07	0,82	0,17	5,41	31,65
Прокаленная зола	46,09	1,46	19,50	5,85	1,90	11,33	4,41	0,13	1,17	0,21	7,94	0,00

По результатам химического анализа для оценки материала были определены физические свойства исходной золы и содержание остаточного углерода в ней. Определение проводилось косвенным методом по потерям массы при прокаливании. Для этого готовились навески золы, которые укладывались ровным слоем толщиной 3-5 мм на поддоны и выдерживались в лабораторной муфельной печи ПМЛ-1200 при температуре 900 °С в течение 120 минут.

После термообработки суммарные потери массы составили 31,65 %, что свидетельствует о значительном остаточном содержании в золе мацериальной части топлива. Высокое значение этого показателя также объясняется тем, что наряду с потерями при прокаливании, в материале произошли физико-химические превращения под воздействием высоких температур. По данным дериватографического анализа в золе при нагревании протекают физико-химические реакции с ярко выраженным экзотермическим эффектом, имеющим пик при температуре 556 °С, обусловленным интенсивным выгоранием углерода. Небольшой эндотермический эффект при температуре 780 °С вероятно связан с разложением карбонатов и свидетельствует об их незначительном количестве.

В результате прокаливании происходило изменение окраски золы с серо-

го на кирпично-красный цвет (рисунок 1), что связано, во-первых, с выгоранием углерода, во-вторых, с окислением оксидов железа и свидетельствует о присутствии в золе порошковатых скрытокристаллических разновидностей гематита.

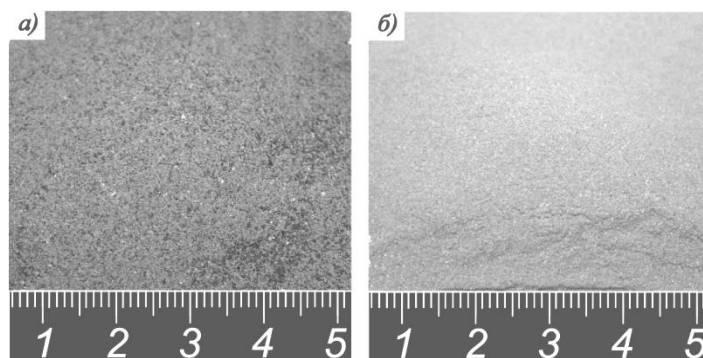


Рисунок 1 - Внешний вид золы от сжигания отходов углеобогащения:
а– исходная зола; б– прокаленная зола

Уточнение фазового состава золы до и после прокаливания проведено методом рентгеновской дифрактометрии. В исходной золе установлено много рентгеноаморфного вещества, что свидетельствует о большом количестве стеклофазы. Минеральный состав представлен кварцем, гематитом, полевыми шпатами и мусковитом. Присутствуют кальцит и ангидрит. После прокаливания можно отметить усиление дифракционных отражений минеральных фаз за счет выгорания углерода. Отсутствие характерных отражений рентгеновского малоуглового рассеивания свидетельствует о полном разложении карбонатов и соответствует эндотермическому пику на дифференциально-термической кривой. Характерно увеличение дифракционных максимумов гематита и появление пиков магнетита, что согласуется с результатами термического анализа по окислению железа и изменению окраски порошка.

Удельную поверхность золы определяли на приборе ПСХ-2. Получены следующие данные: влажность - 2,7 %; насыпная плотность золы - 455 кг/м³; средняя плотность золы - 1100 кг/м³; удельная поверхность - 270 м²/кг; остаток на сите № 008 - 16 %; содержание остаточного углерода в исходной золе - 6,9 -7,0 %.

Комплексными исследованиями установлено, что зола имеет полиминеральный, преимущественно алюмосиликатный, состав и много стеклофазы. Содержит значительное количество оксидов железа (Fe_2O_3 более 9 %) и является низкокальциевой (CaO менее 5 %). Таким образом, исследованная зола не может использоваться в качестве сырья для получения самостоятельного вяжущего вещества. В соответствии с поставленной задачей были проведены лабораторные исследования по использованию золы в качестве заполнителя для ячеистых бетонов.

Стандартными методами были установлены качественные показатели золы, включающие в себя определение стойкости к силикатному, железистому и известковому распаду. По результатам химического состава также были определены модули основности и активности сырья.

Силикатный распад происходит при переходе неустойчивого $\gamma 2 \cdot CaO \cdot SiO_2$ в устойчивую форму $\beta 2 \cdot CaO \cdot SiO_2$ и определяется по формуле:

$$SiO_{2\min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5},$$

где RO – сумма всех оксидов золы, за исключением CaO и SiO_2 , %.

Известковый распад возможен для сырья, которое содержит повышенное количество CaO не в связанном виде, и определяется по формуле:

$$CaO_{\max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8}.$$

Обычно сырье подвержено силикатному и известковому распаду, если по химическому составу содержание кремнезема меньше, а извести больше, чем их количество, определенное расчетом.

По формулам (1), (2) и данным табл. 1 были установлены расчетные пороговые значения SiO_2 и CaO :

$$SiO_{2\min} = \frac{100 - 9,39 - 0,09 - 0,64 - 1,02 - 2,75 - 1,14 - 17,60}{2,5} = 26,95 < 40,63\%$$

$$CaO_{\max} = \frac{100 - 9,39 - 0,09 - 0,64 - 1,02 - 2,75 - 1,14 - 17,60}{1,8} = 37,42 > 4,98\%$$

Железистый распад происходит из-за увеличения объема материала вследствие гидратации сернистых соединений металлов (обычно сульфидов железа FeS и марганца MnS) под воздействием атмосферной влаги. Зола от сжигания отходов углеобогащения не подвержена железистому распаду, так как не содержит сернистых соединений металлов.

В результате проведенных исследований установлено, что исследованный вид золы имеет стойкость ко всем видам распада и может использоваться в качестве заполнителя при производстве строительных материалов с конгломератной и ячеистой структурой.

Библиографический список

1. Влияние вещественного состава заполнителя из отходов сжигания топлива на формирование ячеистой структуры газозолобетона. / Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И., Бердов Г.И., Сыромясов В.А., Дружинин М.С. // Строительные материалы. – 2014. – № 12. – С. 42-45.
2. Feuerborn H.J. Coal Combustion Products in Europe - an update on Production and Utilisation, Standardisation and Regulation. World of Coal Ash (WOCA) Conference. Denver. 2011. V. 1. pp. 125–148.
3. Christy C.F., Tensingb D. Greener building material with flyash. Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing). 2011. V. 12. No 1. pp. 87-105.

ПОЛУЧЕНИЕ ЯЧЕИСТЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ

Иванов А.И., Сыромясов В.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: syromyasov@mail.ru*

Приведены результаты исследований возможности применения золы от сжигания углеотходов в импульсной вихревой топке в качестве заполнителя для получения газозолобетона. Определено влияние остаточного углерода в золе на структуру, образование, физико-механические и теплофизические свойства газозолобетона. Выявлено, невыгоревший углерод в золе оказывает негативное влияние на эксплуатационные характеристики готовых изделий.

Ключевые слова: вихревые топки, отходы углебогащения, пористость, формирование структуры, газозолобетон.

В современной России одним из приоритетных направлений развития науки, технологий и техники является рациональное природопользование, в соответствии с которым руководством страны приняты Экологическая доктрина и Федеральный закон «Об охране окружающей среды». На совещании по вопросу стимулирования переработки отходов, проходившем в апреле 2013 г. в Москве, Президентом Путиным В.В. обозначена необходимость рационального обращения с отходами и перехода промышленных предприятий на замкнутые безотходные технологии[1, С. 42-45].

Ячеистые бетоны являются одними из наиболее востребованных строительных материалов в России. Данное обстоятельство связано с быстротой и экономичностью возводимых конструкций. Этот стеновой материал обладает высоким сопротивлением теплопередаче ограждающих конструкций и соответствует современным нормативным требованиям по тепловой защите зданий при возведении однослойных стен в большинстве климатических районов нашей страны.

Целью настоящей работы являлось изучение вещественного состава и оценка зол, образующихся при сжигании углеродсодержащих отходов в теплоэнергетических установках вихревого типа, как сырья для получения газозолобетона.

Комплексные исследования вещественного состава золы от сжигания отходов углебогащения показали, что зола имеет полиминеральный, преимущественно алюмосиликатный состав, имеет стойкость ко всем видам распада и может использоваться в качестве заполнителя при производстве строительных материалов с конгломератной или ячеистой структурой.

В лабораторных условиях был выполнен подбор состава ячеистого га-

зозолобетона на основе исследуемой золы по стандартной методике [2, С 14]. На 1 м^3 ячеистого газобетона средней плотностью в сухом состоянии 600 кг/м^3 содержание компонентов составило: цемент марки ШПЦ-400 (75 % в смешанном вяжущем) – 190,5 кг; известь (25 % в смешанном вяжущем) – 70,6 кг; зола – 317,5 кг; вода – 343 л; алюминиевая пудра – 0,386 кг.

Для приготовления бетонной смеси расчетного состава и формования образцов-кубов размером $70 \times 70 \times 70 \text{ мм}$ использовался заполнитель из золы двух видов (исходной и прокаленной). При постановке эксперимента определялся коэффициент увеличения объема ячеистобетонной смеси. Установлено, что у образцов на исходной золе коэффициент увеличения объема был существенно ниже вследствие поглощения остаточным углеродом золы части гидрокиси кальция из извести. В результате неполной реакции между известью и алюминиевой пудрой был нарушен расчетный процесс газообразования бетонной смеси, что привело к снижению средней плотности образцов с заполнителем из исходной золы (рисунок 1, в).

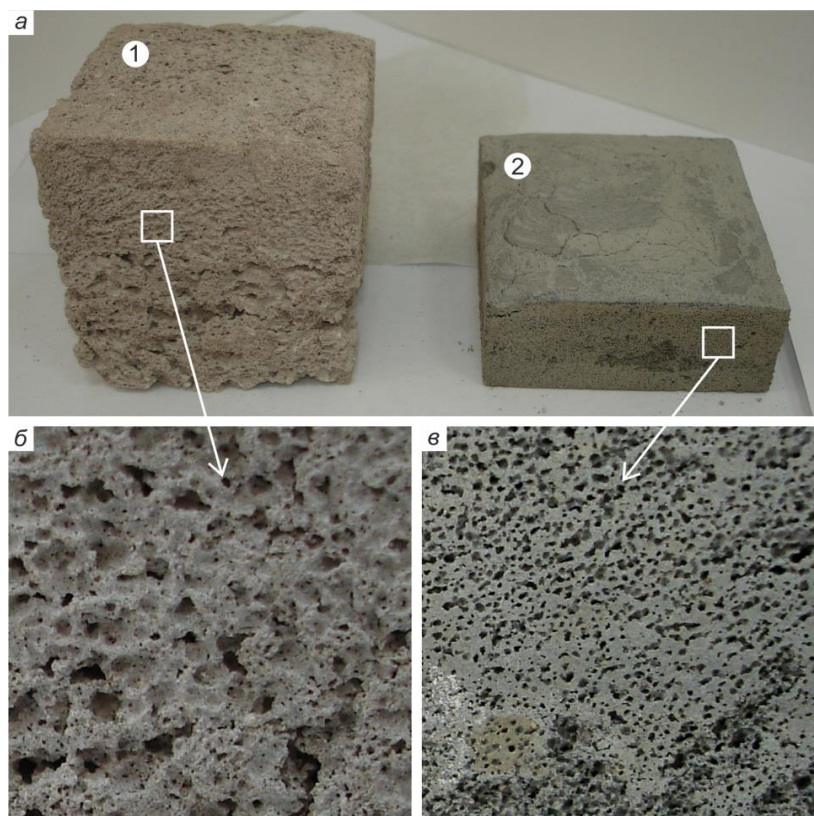


Рисунок 4 - Внешний вид образцов ячеистого бетона из золы от сжигания отходов углеобогащения (а) и макроструктура материала из прокаленной (б) и исходной (в) золы: 1 – образец из прокаленной золы; 2 – образец из исходной золы

Образцы подвергались естественному твердению в течение 28 суток при температуре $20-22 \text{ }^\circ\text{C}$. После окончания твердения были проведены исследования физико-механических и теплофизических свойств образцов. Механические испытания образцов проводили на гидравлическом прессе 2ПГ-

10 в соответствии с требованиями ГОСТ. Показатели теплофизических свойств определяли по методике [3, С. 30]. Результаты испытаний представлены в таблице 1. Общий вид и структура образцов представлены на рисунке 1.

Таблица 1 - Результаты испытаний образцов газозолобетона

Показатель	Ед. измерений	Образцы ячеистого бетона с наполнителем в виде	
		исходной золы	прокаленной золы
Остаточная влажность	%	24	26,5
Средняя плотность в сухом состоянии	кг/м ³	670	576
Открытая пористость	%	38,9	43,3
Прочность при сжатии	кгс/см ²	62	84
Коэффициент конструктивного качества	–	92,5	140
Коэффициент теплопроводности	Вт/м °С	0,241	0,11

По результатам проведенных исследований по оценке золы от сжигания отходов углеобогащения как техногенного сырья для ячеистых бетонов можно сделать следующие выводы:

- исследованная зола по содержанию коксового остатка в зольных заполнителях не соответствует требованиям ГОСТ 25818-91 «Золы-уноса тепловых электростанций для бетонов. Технические условия»;

- невыгоревшая минеральная часть топлива оказывает негативное влияние на физико-механические показатели готовых изделий путем снижения прочности цементно-зольного композита, значительного уменьшения пористости и повышения коэффициента теплопроводности изделий;

- в качестве рекомендаций следует улучшить эффективность использования тепловых агрегатов с целью максимального выгорания углеродсодержащей части топлива и получения золы от сжигания отходов углеобогащения с низким содержанием углерода (не более 4-5 % по массе).

Библиографический список

1. Столбоушкин А.Ю. Влияние вещественного состава заполнителя из отходов сжигания топлива на формирование ячеистой структуры газозолобетона. / А.Ю. Столбоушкин, А.И.Иванов, Г.И.Бердов, В.А.Сыромясов, М.С. Дружинин// Строительные материалы.- 2014.- № 12.- С. 42-45.

2. СН 277-80. Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона [Текст]. – М.: Стройиздат, 1981. – 14 с.

3. Рекомендации по комплексному определению теплофизических характеристик строительных материалов [Текст] / НИИОФ. – М.: Стройиздат, 1987.- 30 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛЫ БЕЛОВСКОЙ ГРЭС С ЦЕЛЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ЕЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕМЕНТА

Бугаева М.П., Щербинина Е.О.

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,
канд. техн. наук, доцент Камбалина И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования свойств золы Беловской ГРЭС и извести Гурьевского завода. Приведен расчет состава шихты для получения цемента на основе вышеуказанных материалов. Описаны свойства силикатного кирпича на полученном вяжущем.

Ключевые слова: зола Беловской ГРЭС, состав, свойства, Гурьевская известь, цемент, расчет, шихта.

В настоящее время на предприятиях горнодобывающей, металлургической, деревообрабатывающей, строительных материалов и других отраслей промышленности Российской Федерации ежегодно образуется около 7 млрд.т отходов, используется лишь около 2 млрд.т. В связи с этим в отвалах и шламохранилищах страны накоплено около 80млрд.т твердых техногенных продуктов. Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов - их использование в производстве строительных материалов, что позволяет до 40% удовлетворить потребности в сырье. Применение отходов промышленности позволяет на 10...30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья, экономия капитальных вложений при этом составляет 35...50% [1].

Целью настоящей работы является изучить состав и свойства золы Беловской ГРЭС и рассмотреть возможность получения на её основе цемента.

При исследовании отходов ТЭЦ установлено, что они делятся на золошлаковую часть, которая гидротранспортом удаляется в отвал, и тонкодисперсную сухую золу-унос (ЗУ) из электрофильтров. Зола-унос Беловской ГРЭС имеет следующие свойства: содержание сернистых примесей в золе Беловской ГРЭС обнаружено минимальное количество (0,89 %), содержание негоревшего топлива находится в пределах нормы, удельная поверхность золы сухого отбора составляет 2120 см²/г, т.е. вредные примеси находятся в минимальном, допустимом количестве, продукт относится к тонкодисперсным.

Анализ химического свойства золы (таблица 1) показывает преобладание в ней кислотных оксидов, небольшое количество оксидов кальция и сернистых примесей, что является положительным фактором для строительного сырья.

Таблица 1- Химический состав золы и извести

Наименование	Содержание оксидов, %							Σ
	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃	
Зола	6,04	25,36	58,47	5,31	1,85	2,18	0,62	99,83
Известь	89,75	1,46	5,65	0,55	2,1	-	-	99,81

Установлено, что Беловская зола является «ультракислой», модуль основности $M_o=0,09$; коэффициент основности $K_{осн} = - 0,13$; активность золы невысокая модуль активности $M_a=0,43$; коэффициент качества $K=0,57$.

Для получения вяжущего из золы к ней необходимо подобрать щелочной и сульфатный активизаторы. В качестве последних изучены известь Гурьевского завода и гипсовый камень.

Гурьевская известь является воздушной, кальциевой, относится ко второму сорту. Установлено, что время гашения извести составляет менее 20 минут, т.е. она относится к группе быстрогасящихся. Известно, что применение медленногасящейся извести снижает производительность, использование пережженной извести вызывает разрушение изделий при ТВО.

Для нахождения соотношения компонентов цемента: «кислого» - ЗУ и «основного» - извести, произведен расчет состава шихты по уравнению:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO) - (N \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot X}{(N \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

где x – количество «основного» сырья (извести), на одну часть «кислого» (ЗУ).

В данном уравнении коэффициент основности шихты (N) – принят равным 1,6. В числителе приведен химический состав «основного» компонента – известь, в знаменателе «кислого» – золы.

По результатам расчета установлено, что на одну часть золы необходимо добавить 1,1 части извести, т.е. вяжущее состоит на 52% из извести и на 48% из золы.

В качестве сульфатного активизатора в шихту добавлен гипс (CaSO₄·2H₂O). Исходя из расчетов [2] его количество составляет 5,72%.

Полученный цемент необходимо активизировать, для этого целесообразно применить механический способ, то есть помол до $S_{уд}=3000...5000\text{см}^2/\text{г}$. Установлено, что при получении изделий на этом цементе необходима тепловая обработка: ТВО или автоклавная обработка ($t=170...220\text{ C}$, и давление 0,8...1,6 мПа). Полученное вяжущее имеет активность 270 кгс/см² и марку М250.

Это вяжущее было использовано для получения силикатного кирпича. Лабораторные исследования показали, что оптимальное соотношение между зольным вяжущим и золошлаковым наполнителем составляет 1:3, т.е. коли-

чество известково-золяного вяжущего (ИЗВ) составляет 25%, а золошлакового наполнителя – 75%. Изготовленные образцы балочки 4×4×16см, подвергались тепловой обработке в пропарочной камере, t_{max} ТВО составляет – 95оС. После испытания образцов получены следующие показатели: прочность на сжатие $R_{сж} = 19,2$ МПа, средняя плотность $\rho = 1385$ кг/м³, марка по прочности – М150, марка по морозостойкости F25.

Выводы. Одно из наиболее перспективных направлений утилизации промышленных отходов - их использование в производстве строительных материалов, например, для производства цемента.

Исследуемая зола Беловской ГРЭС является «ультраакислой» ($M_o=0,09$; $K_{осн} = - 0,13$), активность золы невысокая: ($M_a=0,43$, $K=0,57$).

В качестве щелочного активизатора золы для получения цемента принята известь Гурьевского завода. Она является воздушной, кальциевой, быстрогасящейся (время гашения менее 20 минут), по качеству относится ко второму сорту.

В качестве сульфатного активизатора золы рекомендовано добавить в шихту гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) в количестве 5,72 %.

Разработанный состав золяного цемента следующий: зола - 48%, известь – 52 %, гипсовый камень - 5,72 %. Активность полученного вяжущего 270 кгс/см², марка М250.

Разработанное вяжущее используется для получения изделий. После ТВО получены следующие результаты испытаний: $R_{сж} = 19,2$ МПа, $\rho = 1385$ кг/м³, марка по прочности - М150, по морозостойкости – более 25 циклов.

Библиографический список

1. Дворкин Л. И., Пашков И.А. Строительные материалы из отходов промышленности. - Киев: Высш. шк., 1989. — 208 с.
2. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / СибГИУ. - Новокузнецк, 2009. – 289 с.

УДК 666.944.2 [658.561.7:622]

ПРИМЕНЕНИЕ ГОРЕЛОЙ ПОРОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА БЕСКЛИНКЕРНОГО ЦЕМЕНТА

Горячев И.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Проведены результаты исследования горелой породы как активного компонента вяжущего. Описаны лабораторные исследования получения цемента на основе горелой породы. Даны результаты свойств вяжущего из расчетного состава шихты в сравнении с шихтой, полученной по рекомендации Волженского А.В. для получения пуццоланового цемента.

Ключевые слова: техногенные продукты; горелая порода; бесклинкерный цемент.

При добыче угля образуется так называемая «пустая» порода, которая подается отдельно и складировается в конусообразные терриконы или отвалы. Остаточный уголь в породах со временем самовозгорается и образуется обожженный сырьевой материал. Горелыми породами следует называть перегоревшие пустые шахтные породы, которые содержат минимальное количество углистых примесей. В Кузбассе горелые породы имеются как природные, так и искусственно образованные в конусообразных и плоских терриконах. В г. Новокузнецке – 2 террикона примерно по 2 млн. м³, которые расположены в районе шахты «Байдаевская», около шахты «Абашевская» - около 600 тыс. м³. В г. Прокопьевске: шахта «Центральная» - примерно 600 тыс. м³, шахта «Красногорская» - приблизительно 700 тыс. м³. Из терриконов горелые породы частично разобраны для подсыпки дорог, но часть сохранилась [1].

Цель работы: провести лабораторные исследования, изучить состав и свойства горелой породы и цемента на её основе.

В работе была изучена горелая порода шахты «Абашевская» города Новокузнецка. В качестве щелочного активизатора была использована известь Гурьевского месторождения (таблица 1). Установлено, что она является воздушной кальциевой быстрогасящейся известью.

Таблица 1 – Химический состав компонентов смеси

Компонент	Содержание оксидов, %							
	MgO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Al ₂ O ₃	CaO	K ₂ O+Na ₂ O	SiO ₂	Σ
Горелая порода	0,44	0,46	0,52	10,13	12,22	10,59	65,64	100
Известь	2,13	0,56	0,46	1,47	89,75	-	5,64	100

Для оценки качества горелых пород как компонента вяжущего рассчитан модуль основности (Mo), модуль активности (Ma) и коэффициент основности (Kосн) по ниже приведенным формулам:

$$Mo = (CaO + MgO) / (Al_2O_3 + SiO_2) = 0,17;$$

$$Ma = \% Al_2O_3 / \% SiO_2 = 0,15;$$

$$Kосн = (CaO + 0,93MgO) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) / 0,93SiO_2 = 0,21.$$

Результаты расчета показали, что горелая порода является «кислым», малоактивным сырьем для вяжущего. Для получения цемента из горелой породы необходима дополнительная активизация. Использована химическая активизация (применены добавки: известь; гипсовый камень), и механическая - тонкий помол, $S_{уд} < 300 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Для получения цемента необходимо повысить активность горелой породы, увеличить её коэффициент основности. Для этого использован щелочный компонент (известь Гурьевского месторождения). Это обусловлено тем, что при нормальном твердении фиксируется появление вяжущих свойств у материалов, имеющих $K_{осн} = 1,2 \dots 1,6$. Сульфатным активизатором был принят гипсовый камень с содержанием гипса в породе 80% (аг).

Чтобы рассчитать соотношение компонентов цементной смеси, решается уравнение:

$$\frac{[(CaO + 0,93 * MgO + 0,6 * R_2O) - (N * 0,93 * SiO_2 + 0,55 * Al_2O_3 + 0,35 * Fe_2O_3 + 0,7 * SO_3)] * X}{[(N * 0,93 * SiO_2 + 0,55 * Al_2O_3 + 0,35 * Fe_2O_3 + 0,7 * SO_3) - (CCa + 0,93 * MgO + 0,6 * R_2O)]} = 1$$

где N – заданное для шихты значение $K_{осн}$, принятое равным 1,6;

X – количество массовых частей «основного сырья» - извести на одну весовую часть «кислого» сырья –горелой породы.

При решении уравнения получено: X=1,03. Принято считать соотношение «горелая порода : известь» равной 1 : 1, или 50:50 %.

Количество гипсового камня по расчетам [3]составило 3,46 %.

Компоненты цемента (горелая порода, известь, гипсовый камень) были подвергнуты измельчению в стержневой мельнице, а затем- истиранию на бегунах. Тонкость помола смеси определялась остатком на сите №008 после просеивания , который составил 7,8%.

Заполнителем в смеси использован песок из горелой породы фракции менее 5 мм. Соотношение компонентов: цемент на горелой породе – 1 часть; заполнитель - 3 части.

Для определения марки (активности) цемента были изготовлены лабораторные образцы-балочки 4x4x16 см.

Образцы были подвергнуты ТВО при максимальной температуре $t_{max}=950$ С. После их охлаждения и выдерживания в течение двух суток, они были подвергнуты испытанию на изгиб и испытанию половинок балочки на сжатие (таблица 2).

Для сравнения были изготовлены балочки, где состав вяжущего был взят по рекомендации Волженского [2]. Следуя этой рекомендации, соотношение «горелая порода: Известь» равно 70:30 %. (состав 1). В оба состава добавлен сульфатный активизатор в виде гипсового камня в количестве 2,84 % (состав 1) и 3,46 % (состав 2).

Результаты испытаний образцов цемента показали, что лучшие показатели прочности и водостойкости получены для состава №2–известь+горелая порода=50%+50% , в отличии от рекомендуемого состава цемента (по Волженскому) – известь+горелая порода= 30%+70%. Объяснить это можно тем, что при расчетах учитывается химический состав компонентов шихты.

Таблица 2 –Результаты испытаний

№	Состав цемента	$m_{\text{сух.}}$, г	$m_{\text{вл.}}$, г	$R_{\text{изг.сух.}}$, кгс/см ²	$R_{\text{изг.вл.}}$, кгс/см ²	$R_{\text{сж.сух.}}$, кгс/см ²	$R_{\text{сж.вл.}}$, кгс/см ²	γ , г/см ³	ККК $\frac{R_{\text{сж.сух.}}}{R_{\text{сж.вл.}}}$
1	Г.П.+Изв. 70%+30% Гипс- 2,84%	456,2	531,9	6,64	1,84	161,08	101,56	1,78	69,61
2	Г.П.+Изв. 50%+50% Гипс- 3,46%	455	507,9	23,55	18,38	219,17	129,06	1,78	94,71

Выводы. В регионе, где добывают уголь, после его обогащения образуются "пустые" породы. Перегоревшие шахтные породы образуют так называемые горелые породы. Горелая порода может быть сырьем для получения бесклинкерного цемента.

В лаборатории изучено два состава цемента: один в результате расчета с использованием химического состава компонентов (горелая порода + известь=50% + 50%), другой – по рекомендации Волженского А.В. (горелая порода + известь+70% + 30%).

Первый состав – из ГП + известь= 70% + 30% показал пониженные результаты по прочности – $R_{\text{изг}} = 0,66$ МПа, $R_{\text{сж}} = 16,1$ МПа. Второй состав – из ГП+известь=50%+50% - получен расчетом с использованием знания химического состава исходных компонентов по методике, разработанной Пановой В.Ф. [1]. Цемент получен водостойкий марки 200.

В обоих составах использовалась сульфатная активизация путем применения добавки гипса в количестве 2,84% (состав 1) и 3,46% (состав 2).

Проведенные в данной работе исследования показали, что техногенные продукты могут использоваться как сырье для производства цемента.

Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / СибГИУ.- Новокузнецк, 2009.- 289 с.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учебник для ВУЗов / А.В. Волженский.- М.: Стройиздат, 1986.-416 с.
3. Анализ техногенных продуктов как сырья для производства строительных материалов: методические указания/ Сост.: Панова В.Ф., Карпачева А.А., Панов С.А.; СибГИУ. – Новокузнецк, 2008.- 46 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ КАК МЕЛКОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ БЕТОНА И КОМПОНЕНТА БЕСКЛИНКЕРНОГО ЦЕМЕНТА

Ильиных Е.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье представлены результаты исследования золы, как мелкого заполнителя, ее минеральный и химический состав, коэффициент основности. Проведены результаты расчета состава шихты для получения цемента. Описаны свойства изделия на полученном цементе.

Ключевые слова: золошлаковая смесь, бесклинкерный цемент, силикатный распад, заполнитель.

Известно, что Кемеровская область лидирует по количеству различных отходов промышленных предприятий, в том числе и техногенных продуктов энергетики. В производстве строительных материалов, используют мелкий заполнитель - песок и крупный заполнитель - щебень. В Кузбассе отсутствует природный песок, а доставлять его с других регионов требует очень больших затрат. Зола может стать полноценным сырьем, например как мелкий заполнитель для строительных изделий.

Цель работы изучить состав и свойства золошлаковой смеси из отвала Беловской ГРЭС на возможное применение ее в стройиндустрии, как заполнителя и компонента бесклинкерного цемента.

Беловская ГРЭС - электростанция, расположенная в Кемеровской области, северо-восточнее города Белово, в поселке городского типа Инской, на реке Иня. Предприятие входит в состав Кузбасского филиала генерирующей компании ОАО «Кузбассэнерго» (ТГК-12). В настоящее время установленная тепловая мощность Беловской ГРЭС равна 272 Гкал/час, электрическая - 1.2 ГВт. На электростанции установлено 6 энергоблоков электрической мощностью 200 МВт каждый. В состав каждого энергетического блока входит двухкорпусный прямоточный котельный агрегат ПК-40-1, паропроизводительность которого составляет 640 тонн пара в час. Котлы работают на кузнецком угле и мазуте. За последние годы в отвале накоплено большое количество золошлаковой смеси (ЗШС). Зола на Беловской ГРЭС образуется от сжигания - низкосортных газовых углей Кузнецкого бассейна и Хакасского месторождения [1].

Характерной особенностью золы являются ее неоднородность, а именно: по размерам частиц, конфигурации, цвету, структуре и т.д. Эти особенности даже при сжигании одного и того же угля зависят от типов котлов, режимов сжигания углей, способов отбора золы и удаления. Преимущественно преобладают шарообразные частицы, затем остроугольные и ните-

образные, а так же агрегированные, состоящие из нескольких зерен. По химическому составу ЗШС Беловской ГРЭС относится к «кисломому» т.е преобладают кислотные оксиды SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 .

Таблица 1 - Химический состав компонентов бесклинкерного золошлакового цемента

Наименование	Содержание оксидов, %									
	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3
ЗШС	63,01	23,75	0,791	2,524	1,512	3,545	2,5	0,921	1,272	-
Известь	5,647	1,461	-	89,75	2,125	0,55	-	-	-	0,45

Данный технологический продукт проверен на экологичность, на содержание вредных веществ, таких как радий, торий, калий. Установлено, что в составе его они не обнаружены или находятся в допустимом количестве и не вредны здоровью человека. Радиоактивность ЗШС находится в допустимых пределах до 370 Бк/кг, что разрешает использовать ее во всех видах строительства.

Для оценки отхода как заполнителя необходимо проверить его на силикатный распад. Известно, что с повышением в составе сырья содержания оксида кальция (CaO), оно склонно к силикатному распаду [2]. Происходит это потому, что находящийся в сырье минерал – двухкальциевый силикат из неустойчивой формы ($2CaO \cdot SiO_2 \gamma$) при $675^\circ C$ переходит в стабильное состояние ($2CaO \cdot SiO_2 \beta$), что сопровождается увеличением его объема на 10%. В результате заполнитель растрескивается и рассыпается. Стойкость на распад можно проверить лабораторными испытаниями или расчетам по формулам [2].

Расчетные данные показали, что данный вторичный минеральный ресурс (ВМР) считается не распадающимся, это подтвердил лабораторный способ осуществленный путем пропаривания, т.е. он может применяться как заполнитель для раствора и бетона.

Исследование ЗШК как компонента бесклинкерного вяжущего. Анализ активности золы показал, что она малоактивная - $M_a=0,37$. Для активизации ЗШС, как компонент вяжущего к нему необходимо добавить щелочной (основной) и сульфатный компонент [3]. В качестве «основной» добавки принята известь Гурьевского месторождения (таблица 1).

Для расчета состава известково зольного вяжущего (ИЗВ) принят коэффициент основности шихты $N=1,2$. Расчет состава выполнен по методике описанной в монографии В.Ф.Пановой [2]. Результат показал, что для получения вяжущего потребуется: 48,5 % - извести, а золы - 51,5 %.

Количество сульфатного активизатора гипса ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) составило 6,18%. Для активизации полученного цемента необходимо применить механический способ, т. е. помол до $0,075$ мм. Полученное вяжущее имеет активность 250...270 кг/см². Для получения изделия на том же цементе эффективно применять тепловую активизацию: ТВО или автоклавная обработка (при

температуре 170...220 °С, и давлении 0,8...1,6 МПа).

Библиографический список

1. [Электронный ресурс]- Режим доступа: [http://energybase.ru /power Plant /Belovskaya_tpp](http://energybase.ru/powerPlant/Belovskaya_tpp).
2. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/ СибГИУ. – Новокузнецк, 2009.- 289с.
3. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества/ А.В. Волженский. – М.: Стройиздат, 1986.- 462 с.

УДК 666.94: 669.1.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАЗООЧИСТНОЙ ПЫЛИ ИЗВЕСТКОВОГО И ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Санникова Ю.Ф.

Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Описаны результаты исследования состава и свойств газоочистной пыли известкового и ферросплавного производства. Приведен состав шихты для получения цемента, даны его свойства.

Ключевые слова: известковая пыль, ферросплавная пыль, расчет, цемент, гипсовый камень, шихта.

Природные ресурсы с каждым днем истощаются, но существуют техногенные отходы, которые могут стать сырьем для строительных материалов.

Цель работы: исследовать отход газоочистной пыли производства извести и ферросплавного производства, изучить свойства и определить возможность получения на их основе цемента.

Газоочистная пыль известкового хозяйства образуется на предприятиях по производству извести и сосредотачивается в фильтрах, после очистки которых (один раз в смену) ее вывозят в отвал. Благодаря высокой дисперсности известковой пыли, после гашения в ней отсутствуют не погасившиеся зёрна, поэтому исключается возможность появления дутиков в изделии. Известковая пыль имеет насыпную плотность 600 кг/м³, а в уплотнённом состоянии 810 кг/м³. В своём составе содержит 50...60 % кальцита CaCO₃; 20...30 % портландида Ca(OH)₂; 5...6 % извести CaO и до 5 % примесей (таблица 1).

Пыль ферросплавного производства (ФСП) представляет собой светло-серый супердисперсный (в 5...6 раз тоньше цемента) порошок удельной поверхностью от 2000 до 3000 м²/кг. Из-за супердисперсности эта пыль имеет очень малую насыпную плотность - 200...250 кг/м³ и высокую истинную

плотность - 2200 кг/м³ [1]. По химическому составу она на 90...98% состоит из кремнезема (рисунок 1, 2).



Рисунок 1 – Спектр ЭПР кремнеземистой пыли

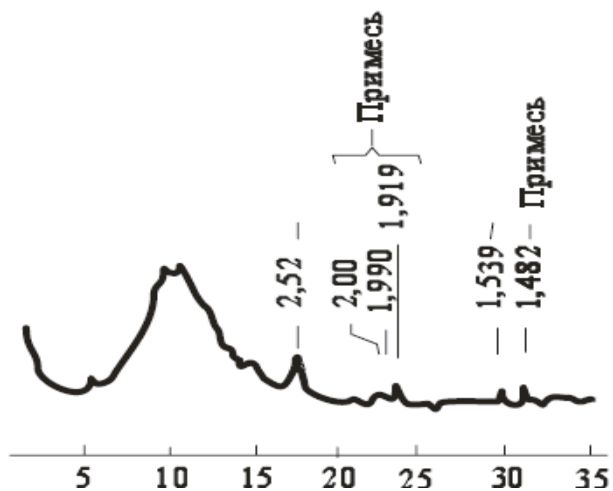


Рисунок 2 – Дифрактограмма микрокремнезема

Таблица 1 – Химический состав известковой и ферросплавной пыли

Содержание оксидов, %												
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅	Σ
Газоочистная пыль производства извести												
2,96	0,109	0,88	91,7	1,69	1,99	-	0,087	0,33	0,033	-	0,044	99,8
Газоочистная пыль ферросплавного производства												
90,2	0,015	1,93	0,71	0,97	следы	1,82	1,16	0,87	0,205	0,89	1,185	99,8

Для характеристики отхода существует показатель - коэффициент основности, который рассчитывается по формуле:

$$K_{осн} = \frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,59 \cdot K_2O + 0,9 Na_2O) - (0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3 + 1,28 \cdot CO_2 + 1,33 \cdot P_2O_5)]}{0,93 \cdot (SiO_2 + 0,62 \cdot TiO_2 - 0,83 \cdot FeO_5)}$$

По коэффициенту основности известковая пыль относится к ультраосновным $K_{осн} = 32,81$, а ферросплавная пыль к ультракислым $K_{осн} = - 0,02$. Практика показывает, что из этих двух компонентов можно создать цемент.

Существует метод расчета состава цемента двухкомпонентной шихты [2]. Для расчета состава цемента установлено, что коэффициент основности шихты должен составлять 1,2...1,6. В расчете принят коэффициент равный 1,2. Расчет осуществляется по ниже приведенному уравнению:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (n \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)]x}{(N \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

где x – содержание «основного» компонента на одну часть «кислого» компонента.

$$\frac{[(91,7 + 0,93 \cdot 1,69 + 0,6 \cdot (0,08 + 0,33)) - (1,2 \cdot 0,93 \cdot 2,96 + 0,55 \cdot 0,88 + 0,35 \cdot 1,99)] \cdot x}{(1,2 \cdot 0,9 \cdot 90,11 + 0,55 \cdot 1,93 + 0,7 \cdot 0,89) - (0,71 + 0,93 \cdot 0,97 + 0,6 \cdot (1,16 + 0,87))} = 1$$

По результатам расчета получено: $x = 1,14\%$, что означает содержание «основного» компонента (известковая пыль) на одну часть «кислого» компонента (ФСП). В процентном соотношении это составляет: известковой пыли - 52,92%, ФСП - 46,43% и гипс - 0,64%.

В качестве сульфатного активизатора использован гипсовый камень.

По рекомендации Волженского содержание гипсового камня в цементной шихте может быть до 5%. Сульфатная добавка гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) вводится для активизации алюминатов, их количество очень мало и составляет $(0,88 + 1,93) = 2,81\%$. На это количество алюмината по расчету достаточно 0,64% гипса. С целью повышения количества новообразований в цементе, по нашему мнению эффективно в разработанный цемент ввести алюминатную добавку в количестве 3%.

Вывод: в работе исследована известковая и ферросплавная пыль, приведены их основные характеристики, они относятся к супертонкодисперсным отходом. Установлено что по коэффициенту основности известковая пыль относится к ультраосновным $K_{\text{осн}} = 32,81$, а ферросплавная пыль к ультракислым $K_{\text{осн}} = - 0,02$. Разработана шихта для цемента: известковой пыли - 52,92%, ФСП - 46,43% , гипс - 0,64% и алюминатная добавка – 3%. Итак, полученный цемент при его производстве не требует дополнительного помола, достаточно смешать компоненты по приведенному составу. Ожидаемая марка вяжущего 250...300.

Библиографический список

1. Панова В. Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/ СибГИУ.- Новокузнецк, 2009.- 244 с.
2. Вторичные минеральные ресурсы (ВМР) сырье как для стройиндустрии. Методы исследования : метод.указ. /СибГИУ; сост.: Панова В.Ф., Карпачёва А.А., Панов С.А. Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014.- 43 с.
3. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб.для вузов по спец. «Пр-во строит. изделий и конструкций»/ А.В. Волженский.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1986.- 464 с.

ГРАНУЛИРОВАННЫЙ ШЛАК КАК КОМПОНЕНТ ВЯЖУЩЕГО

Зубова А.Б.

Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования доменного гранулированного шлака (граншлак) и извести. Граншлак исследован как компонент известково-шлакового вяжущего. Представлены физические свойства полученного цемента.

Ключевые слова: граншлак, известь, гипсовый камень, цемент, шихта, свойства.

Цель работы: исследовать доменный гранулированный шлак на возможность применения его как компонент вяжущего.

В зависимости от способа охлаждения доменный шлак подразделяется: быстроохлажденный, то есть гранулированный и медленно охлажденный, с преобладанием кристаллической составляющей, например отвалный дробленый (таблица 1). Установлено, что прочность медленно охлажденных кристаллических шлаков значительно выше, чем гранулированных. Поэтому граншлак характеризуются лучшей размалываемостью и требуют в 1,5...2 раза меньше энергии для измельчения до равной удельной поверхности. Для граншлака характерна пористая пемзовидная структура с перегородками между порами, выполненными прозрачным стеклом, такие шлаки содержат активные вещества и клинкерные и полуклинкерные минералы (рисунок 1).

Таблица 1 – Физические характеристики доменных шлаков

Характеристики	Вид шлака	
	Гранулированный	Дробленный
Истинная плотность, кг/м ³	2900	2900
Плотность в зерне, кг/м ³	1700	2500
Насыпная плотность, кг/м ³	1190	1510
Насыпная плотность в уплотненном состоянии, кг/м ³	1350	1705
Водопоглощение, %	12	15
Пористость зерен, %	33	13
Межзерновая пустотность, %	46	15
Прочность в цилиндре, МПа	48	63
Показатель истираемости, %	58	47

Установлено, что активность металлургических отходов зависит от температуры расплава в момент грануляции, на которую влияет время вы-

держки в ковшах огненно-жидкого шлака до грануляции. Наиболее эффективная температура грануляции около 1100 °С (рисунок 2).

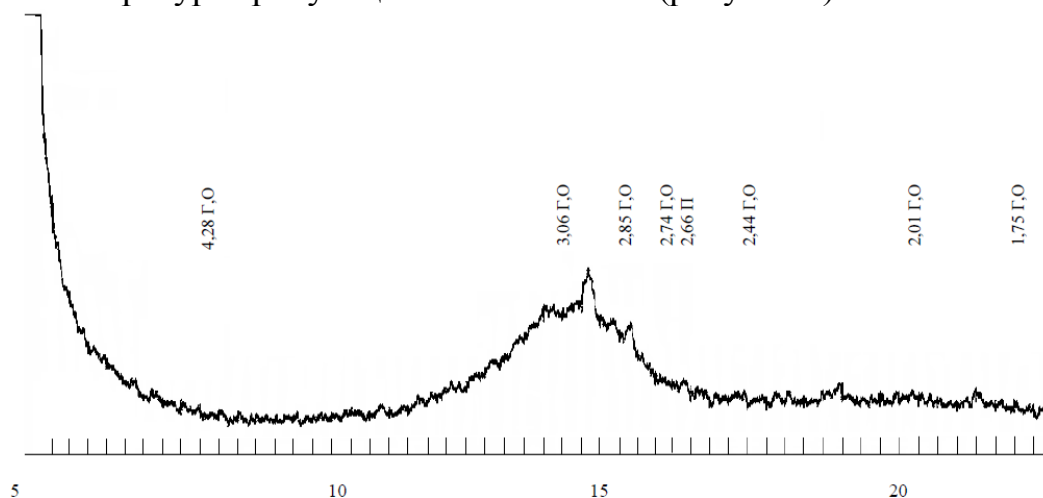


Рисунок 1 – Диффрактограмма доменного гранулированного шлака

Преобладает рентгеноаморфное вещество. Немного: минерал группы мелилита (геленит (Г))– $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$; мелилит– $\text{Ca}(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Si})\text{Si}_2\text{O}_7$; окерманит (О)– $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$

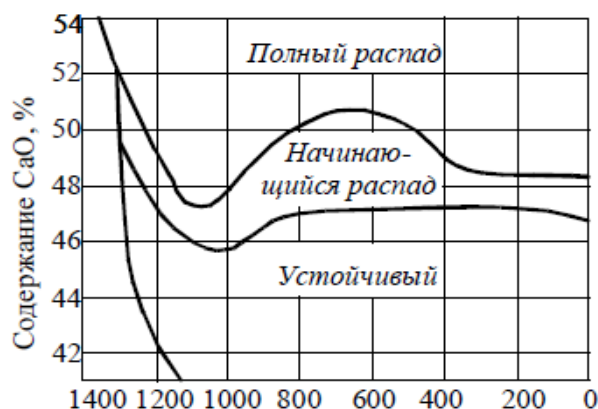


Рисунок 2 – Влияние температуры охлаждения расплава и содержания в нем СаО на структурно-объемную деформацию шлака

Лабораторные исследования доменных шлаков ЗСМК и НКМК методом попеременного пропаривания и насыщения водой показали, что потери по массе составляют менее 1%, что свидетельствует о стойкости их против силикатного распада. Выдерживание пробы 30 суток в дистиллированной воде с последующей сушкой и рассевом показали, что шлак также стоек против железистого распада. Эти шлаки эффективно применять как заполнители, они стойки к разным видам распада.

Свойства шлаков как сырья для получения вяжущего характеризуется коэффициентом качества К. Установлено, что исследованные шлаки имеют второй сорт как компонент шлакового цемента [1, С. 26]. Они относятся к группе «кислых» – $K_{\text{осн}}=1,032$ [1, С. 28]. Активность шлака незначительна,

так как модуль активности $M_a=0,38$, то есть шлак требует щелочной и сульфатной активизации.

Для исследования граншлака как компонента для получения цемента, приняты в качестве щелочного активизатора – известь Гурьевского месторождения, а в качестве сульфатного – гипсовый камень ($\text{CaSO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Известь Гурьевского завода относится к быстрогасящейся (время гашения 18 минут). Она относится ко второму сорту и является воздушной кальциевой известью, по качеству соответствует техническим условиям ГОСТ 9179-77 «Известь строительная. Технические условия» (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав составляющих цемента

Содержание оксидов, %												
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅	Σ
Гранулированный шлак												
37,726	0,473	14,174	35,214	8,816	0,581	0,571	0,621	0,788	0,384	0,621	0,0098	99,979
Известь												
5,643		1,469	89,763	2,126	0,557					0,456		100,01

Расчет состава цемента. Использовано уравнение для расчета состава цементной шихты, приравненное к единице 1:

$$\frac{[(\text{CaO} + 0,93\text{MgO} + 0,6\text{R}_2\text{O}) - (\text{N}0,93\text{SiO}_2 + 0,55\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3)]\text{X}}{(\text{N}0,93\text{SiO}_2 + 0,55\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3) - (\text{CaO} + 0,93\text{MgO} + 0,6\text{R}_2\text{O})} = 1$$

В уравнении коэффициент основности принят $N=1,6$. В числителе записывается химический состав «основного» компонента, в расчете принята известь. В знаменателе приводится химический состав «кислого» компонента – граншлак. В формуле X – количество массовых частей «основного» компонента с $K_{\text{осн}} > 1$ на одну весовую часть «кислого» компонента с $K_{\text{осн}} < 1$.

В результате расчета получено $X=0,248$, то есть на 1 часть «кислого» компонента – граншлака приходится 0,248 части «основного» компонента – извести. В процентном соотношении – граншлак: известь = 80,13 : 19,87%.

Расчет количества сульфатного активизатора. В качестве сульфатного активизатора принят гипсовый камень ($\text{CaSO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Расход гипсового камня для получения цемента зависит от содержания алюминатной составляющей (Al_2O_3) в сырье. Расчет количества гипсового камня ведется по формуле [2 С. 22]:

$$\text{Г.К.} = \frac{0,478 \sum \text{Al}_2\text{O}_3}{a_r} = \frac{0,478(14,174 \cdot 0,08013 + 1,469 \cdot 0,1987)}{0},75 = 7,42\%$$

где a_r – содержание чистого гипса в гипсовой породе.

По расчету количество сульфатного активизатора составило Г.К.= 7,42%. Волженский А.В. рекомендует допустимое содержание гипса до 5% [3]. Учитывая, что по расчету получено Г.К.= 7,42 %, необходима проверка на содержания SO_3 в шихте цемента. Согласно ГОСТ 10178-85 «Портланд-

цемент и шлакопортландцемент. Технические условия» допустимое содержание гипса в перерасчете на SO_3 должно быть менее 3,5%. Содержание SO_3 в цементе за счет добавки гипсового камня определяется по формуле [2, С. 22]:

$$SO_3^{Г.К.} = \frac{Г.К.}{\frac{M_{CaSO_4 \cdot 2H_2O}}{M_{SO_3}}} = 7, \frac{42}{2}, 15 = 3,45\%$$

$$\Sigma SO_3 = SO_3^{Г.К.} + SO_3^{1К.} + SO_3^{2К.} = 3,94\%$$

В результате расчета получили, что содержание гипсового камня в проектируемом цементе должно не превышать 7 %. Иначе в пересчете на SO_3 в цементной шихте содержание его будет выше допустимого.

Учитывая, что в граншлаке преобладает стекловидная фаза, полученный цемент исследован на водоотделяющую способность (рисунок 4) по сравнению со шлаком без активизаторов и другими цементами. Установлено, что разработанное шлаковое вяжущее обладает не большим водоотделением ($K_{вод} = 10,6\%$) и находится на одном уровне с другими цементами. Граншлак без добавок имеет высокое водоотделение ($K_{вод} = 39\%$).

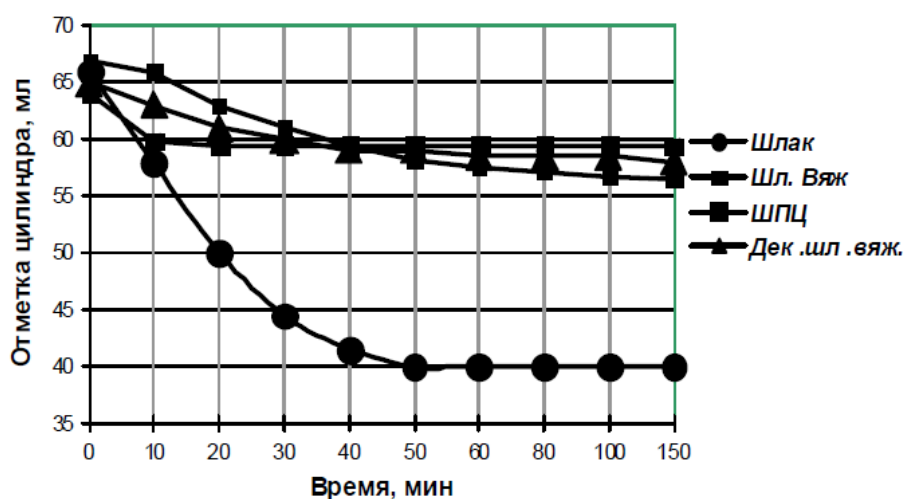
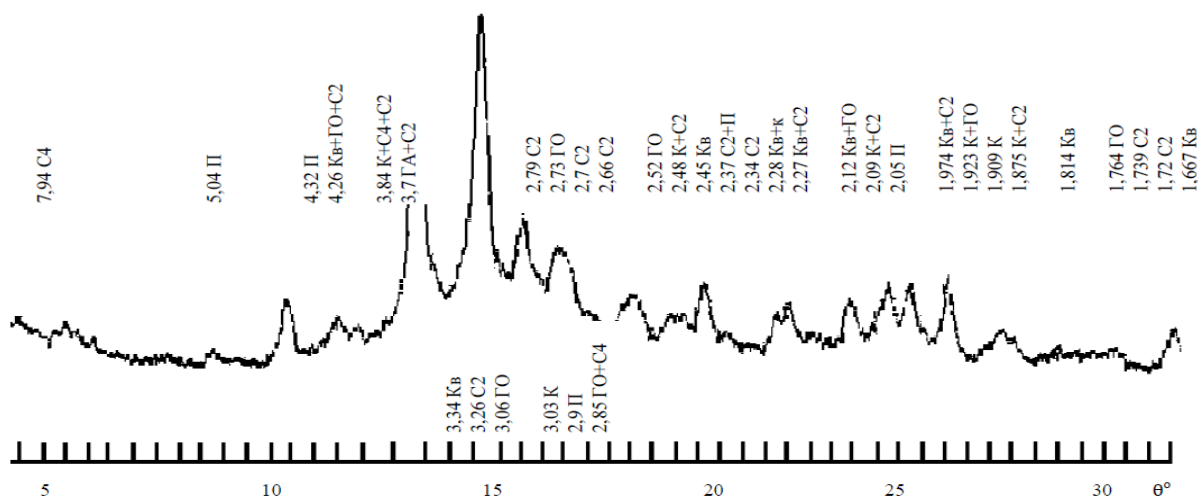


Рисунок 4 – Зависимость водоотделения от вида вяжущего

Полученное шлаковое вяжущее имеет водопотребность 27 %, удельная поверхность $4300 \text{ см}^2/\text{г}$, насыпная плотность в рыхлом состоянии $1000 \text{ кг}/\text{м}^3$, насыпная плотность в уплотненном состоянии $1350 \text{ кг}/\text{м}^3$, начало схватывания 24 минуты, конец схватывания 37 минут. Это вяжущее содержит цементобразующие новообразования, что доказывается его прочностью (рисунок 3). Установлено, что прочность при естественном твердении 28 суток: при растяжении на изгиб 2,26 МПа, при сжатии 22 МПа, прочность после ТВО: при растяжении на изгиб 2,48 МПа, при сжатии 27,4 МПа.

Активность такого вяжущего после ТВО составляет $270 \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{см}^2$. Для повышения активности такого цемента требуется повышенная тонкость помола, более $300 \text{ м}^2/\text{кг}$. Изделие на этом цементе эффективно подвергать тепловой обработке (ТВО, автоклав). Предполагаемая марка цемента М250...М300.



С4 – $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{CaCO}_3\cdot 12\text{H}_2\text{O}$; П – примесь; Кв – кварц; ГО – геленит – окерманит; К – кальцит; С2 – $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$
 Много: рентгеноаморфное вещество; присутствует: $\text{C}_2\text{SH}(\text{A})$, вероятно C_4AH_{13} ; немного: кальцит, кварц, геленит – окерманит; примесь.

Рисунок 3 - Диффрактограмма шлакового вяжущего, твердеющего 1 месяц в воде

Выводы. В работе исследован доменный граншлак и известь гурьевского месторождения. Для граншлака характерна пористая пемзовидная структура с перегородками между порами, заполненными активным стекло-видным веществом.

Установлено, что граншлак относится к группе «кислых» пород, коэффициент основности $K_{\text{осн}} = 1,032$.

Установлено, что активность и стойкость к распадам металлургических отходов зависит от температуры расплава в момент грануляции. Эффективная температура для грануляции составляет $1100\text{ }^\circ\text{C}$.

Шлак стоек к силикатному и железистому распадам.

Для получения цемента в качестве щелочного активизатора принята гурьевская известь. Она является воздушной кальциевой известью, относится к быстрогасящейся, по качеству ко второму сорту.

В качестве сульфатного активизатора для цемента использован гипсовый камень, количество которого по расчетам составило - 7% от общей массы.

В результате расчета получен следующий состав цемента: граншлак - 75%, известь - 19%, гипсовый камень - 6%. Полученное вяжущее обладает активностью $270\text{ кг}\cdot\text{с}/\text{см}^2$. Для увеличения активности такого цемента требуется повышенная тонкость помола, более $300\text{ м}^2/\text{кг}$. Марка разработанного цемента М250...М300.

Библиографический список

1. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/ СибГИУ. – Новокузнецк, 2009.- 244 с.
2. Вторичные минеральные ресурсы (ВМР) – сырье как для стройинду-

стрии. Методы исследования: метод.указ. /СибГИУ; сост.: Панова В.Ф., Карпачёва А.А., Панов С.А.- Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014.- 43 с.

3. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб.для вузов по спец. «Пр-во строит. изделий и конструкций»/ А.В. Волженский.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1986.- 464 с.

УДК 666.94: 669.1.

ТЕХНОГЕННЫЙ ПРОДУКТ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА. ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЦЕМЕНТА

Шульц Е.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования продукта ферросплавного производства, его химический, минеральный состав. Газоочистная пыль ферросплавного производства исследована как заполнитель-наполнитель для цементных конгломератов и как компонент для получения бесклинкерного цемента. Дан состав шихты бесклинкерного цемента.

Ключевые слова: пыль газоочистки, свойства, ферросилиций, известковая пыль, шихта, цемент.

Основным компонентом цемента является клинкер, который получают обжигом при $t=1450^{\circ}\text{C}$, это довольно дорого. В промышленных регионах накапливается большое количество техногенных продуктов, которые могут стать вторичным минеральным ресурсом (ВМР) для стройиндустрии. ВМР можно использовать в качестве заполнителей и как компонент вяжущего.

Целью работы является исследовать ферросплавную пыль Кузнецкого завода ферросплавов (КЗФ) г. Новокузнецк, изучить ее свойства и определить возможность применения ее как заполнителя-наполнителя для цементных конгломератов и как компонент для получения бесклинкерного цемента.

При производстве ферросплавов образуется довольно значительное количество пылевидных отходов, многие из которых обладают рядом ценных свойств, позволяющих использовать их в производстве строительных материалов. К ним можно отнести и пыль, образующуюся при производстве ферросилиция (ФСП). Установлено, что пыль ферросплавного производства (белая сажа) представляет собой светло-серый супердисперсный (в 5...6 раз тоньше цемента) порошок с удельной поверхностью от 2000 до 3000 $\text{м}^2/\text{кг}$ [1]. Пыль имеет насыпную плотность - 200...250 $\text{кг}/\text{м}^3$, и истинную плотность - 2200 $\text{кг}/\text{м}^3$. Химический состав приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав ферросплавной пыли

Содержание оксидов, %												
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅	S
90,2	0,015	1,93	0,71	0,97	следы	1,82	1,16	0,87	0,205	0,89	1,185	99,8

Ферросплавная пыль образуется при термообработке. Так как она содержит 90% SiO₂ в активной форме, то она легко реагирует со щелочью. Пыль поглощает известь из раствора в количестве 100...105 мг/г, для сравнения: горелая порода – 97,4 мг/г, вулканический туф – 97 мг/г. В цементных системах главный клинкерный минерал – алит (C₃S), при твердении выбрасывает известь [Ca(OH)₂]. Активный кремнезем (SiO₂) взаимодействует с последним, образуя водонерастворимое соединение: гидросиликат кальция (CaO·SiO₂·nH₂O), которое дает дополнительный прирост прочности.

Исследование техногенных продуктов начинается с проверки экологичности сырья: токсичности и радиоактивности [2]. Токсичность определяется количеством вредных веществ: оксидов натрия, углерода, марганца, ртути, сероуглерода, выделяемых в атмосферу, имеет предельно допустимое значение (ПДК) в мг/м³. Исследование показало, что содержание ПДК вредных веществ в ФСП меньше, чем допускается, то есть отход эффективно применять для получения строительных изделий.

Радиоактивность оценивается содержанием Ra (радия), Th (тория), K (калия), количество которых меньше 370 Бк/кг, то есть этот отход можно использовать для всех видов строительных материалов.

Для оценки отхода как заполнителя-наполнителя необходимо провести исследование на распад. Если в составе сырья повышен оксид кальция, то оно склонно к силикатному распаду [3]. Для ФСП содержание CaO находится в малом количестве – 0,71% (таблица 1), то есть можно сделать заключение, что она устойчива против известкового и силикатного распада, что подтверждается расчетными данными [2]. SiO₂_{мин}=36,38, что меньше SiO₂_{факт}=90,2. CaO_{мах}=50,5 больше CaO_{факт}=0,71.

По характеру и свойствам промышленные отходы подразделяют на «кислые», «основные», «активные» и «неактивные», что оценивается модулем основности и модулем активности. Для ферросплавной пыли M_o=0,04 и M_a=0,02.

Для оценки техногенных продуктов на применение в производстве строительных материалов используют коэффициент основности:

$$K_{\text{осн}} = \frac{[(\text{CaO} + 0,93 \cdot \text{MgO} + 0,59 \cdot \text{K}_2\text{O} + 0,9 \cdot \text{Na}_2\text{O}) - (0,55 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \cdot \text{SO}_3 + 1,28 \cdot \text{CO}_2 + 1,33 \cdot \text{P}_2\text{O}_5)]}{0,93 \cdot (\text{SiO}_2 + 0,62 \cdot \text{TiO}_2 - 0,83 \cdot \text{FeO}_3)}$$

$$K_{\text{осн}} = \frac{[(0,71 + 0,93 \cdot 0,97 + 0,59 \cdot 1,16 + 0,9 \cdot 0,87) - (0,55 \cdot 1,93 + 0,35 \cdot 0 + 0,7 \cdot 0,89 + 1,33 \cdot 1,185)]}{0,93 \cdot (90,11 + 0,62 \cdot 0,015 - 0,83 \cdot 1,82)} = -0,02$$

Пыль относится к группе ультракислого тонкодисперсного сырья, что позволяет применять ее как: наполнитель в лакокрасочные материалы для создания пленок высокой стойкости и долговечности; как активная добавка

при производстве цемента, раствора, бетонов плотной структуры (дорожных, аэродромных); при производстве силикатных материалов и т.д.

Для получения вяжущего на основе ФСП как «ультракислого» необходимо подобрать второй «основной» компонент и сульфатный активизатор. В качестве «основного» вещества был принят отход – газоочистная пыль производства извести на «ЗСМК» (таблица 2). Практика показывает, что для известных вяжущих (цемент) коэффициент основности шихты находится в пределах 1,2...1,6.

Таблица 2 – Химический состав известковой пыли

Содержание оксидов, %													
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅	ппп	S
2,96	0,109	0,88	91,7	1,69	1,99	-	0,087	0,33	0,033	-	0,044	9,6	99,8

Газоочистная пыль известкового хозяйства образуется на предприятиях по производству извести и сосредотачивается в фильтрах, после очистки которых, ее вывозят в отвал. Благодаря высокой дисперсности известковой пыли (ИЗП), после гашения в ней отсутствуют не погасившиеся зерна, поэтому исключается возможность появления дутиков в изделии. Установлено, что известковая пыль имеет насыпную плотность 660 кг/м³, а в уплотненном состоянии 810 кг/м³. В своем составе содержит 50 - 60% кальцита CaCO₃, 20 - 30% портландита Ca(OH)₂, 5 - 6% извести CaO и до 5% примесей. Для известковой пыли модуль основности и модуль кислотности составляет: M_o=15,79 и M_a=0,29.

Ниже приведен расчет цементной шихты: ФСП и известковой пыли, с заданным коэффициентом основности (N=1,2); где в числителе дается химический состав компонента «основного» - известковая пыль; в знаменателе – «кислого» - ФСП; отношение приравнивается к единице.

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (n \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot x}{(N \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

$$\frac{[(91,7 + 0,93 \cdot 1,69 + 0,6 \cdot (0,08 + 0,33)) - (1,2 \cdot 0,93 \cdot 2,96 + 0,55 \cdot 0,88 + 0,35 \cdot 1,99)] \cdot x}{(1,2 \cdot 0,9 \cdot 90,11 + 0,55 \cdot 1,93 + 0,7 \cdot 0,89) - (0,71 + 0,93 \cdot 0,97 + 0,6 \cdot (1,16 + 0,87))} = 1$$

где x – количество массовых частей «основного» сырья (известковая пыль) на одну часть «кислого» (ФСП).

Результаты расчета показали, что x=1,14 частей. В процентном соотношении количество составит ФСП: ИЗП = 46,74%: 53,27%. Особенностью составляющих цемента является то, что они не требуют дополнительной переработки (дробления, измельчения) и обладают высокой активностью. Полученный цемент имеет активность 367 кгс/см².

В качестве сульфатного активизатора цемента принят гипсовый камень. По расчетам его количество составляет 0,65%. Малое количество объясняется небольшим содержанием Al_2O_3 в компонентах цементной шихты. Для повышения активности возможно добавление алюминатного вещества в количестве до 10%.

Итак, исследования показали, что газоочистная ферросплавная пыль (ФСП) относится к группе ультракислых с $K_{осн} = -0,02$, супердисперсных с удельной поверхностью $S_{уд} = 2500 \text{ м}^2/\text{кг}$, насыпной плотностью $\rho_{нас} = 250 \text{ кг/м}^3$, истинной плотностью $\rho_{нас} = 2200 \text{ кг/м}^3$. Пыль является экологически чистым материалом. Содержание щелочных оксидов ($CaO=0,71\%$, $MgO=0,97\%$) и сернистых соединений ($SO_3=0,89\%$) минимально, то есть продукт не склонен к распадам, поэтому может быть применен как: наполнитель в лакокрасочные материалы для создания пленок высокой стойкости и долговечности; как активная добавка при производстве цемента, раствора, бетонов плотной структуры (дорожных, аэродромных); при производстве силикатных материалов.

ФСП обладает высокой активностью, поглощает известь из раствора в количестве 100...105 мг/г. Содержание ПДК вредных веществ меньше, чем нормируется. Количество радиоактивных веществ в пыли менее 370 Бк/кг. Таким образом, этот отход можно использовать во всех строительных материалах.

Для вяжущего подобрали двухкомпонентную шихту из «кислого» сырья - ФСП и «основного» - ИЗП, соотношение которых равно 46,74%: 53,27%. Активность цемента находится в пределах 300. Изделия на бесклинкерном цементе эффективно подвергать тепловой обработки (ТВО, автоклав).

Библиографический список

1. Павленко С.И. Мелкозернистые бетоны из отходов промышленности: Учебное пособие/ С.И. Павленко – М.: АСБ, 1997. – 176 с.: ил.
2. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/ СибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.
3. Панова В.Ф. Комплексное использование природного сырья и техногенных отходов в производстве строительных материалов и изделий. Опыт лаборатории "Строительные материалы" СибГИУ. // Научно-технический потенциал строительного комплекса Кузбасса. Материалы регионального научно-технического совещания 8 апреля 1999 г / В.Ф. Панова. – Новокузнецк: СибГИУ, 1999. С. 62-65.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Десятова А.С., Тюменцев С.А., Семенова И.Е., Алексеева М.П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Панов С.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования отходов углеобогащения, их минеральный, вещественный и химический состав. Отходы углеобогащения (ОУО) были исследованы как сырье для керамических материалов. Описана модель переработки ОУО как сырья для стройиндустрии.

Ключевые слова: отходы углеобогащения, ОУО, керамические материалы.

Виды отходов и способы их образования. Значительный рост объемов обогащения угля сопровождается образованием большого количества отходов, около 10 млн. т в год. Отходы углеобогащения (ОУО) и угледобычи – это шахтные породы, “хвосты” обогатительных фабрик. Они, как правило, содержат некоторое количество угля и глинистого компонента.

Все отходы по содержанию углерода можно разделить на две группы. Углеотходы с содержанием углерода более 24 % рационально дополнительно обогащать или применять как топливо. Вторая часть отходов содержит углерода до 24 % и может использоваться в строительстве, черной металлургии, сельском хозяйстве [1, 2].

Обогащение угля осуществляется на обогатительных фабриках (ЦОФ) двумя методами: флотации и отсадочных машин. **Флотационные отходы** представляют собой дисперсную фракцию. Установлено, что во флотоотходах содержание углерода более высокое, чем в отходах отсадочных машин и достигает 20 %.

Отсадка представляет собой расслоение массы твердых частиц под воздействием восходящего и нисходящего потоков. На отсадочные машины поступает порода фракцией от 0,5 до 50 мм. Отсадка представляет собой непрерывный процесс, состоящий из трех стадий: загрузка исходного угля; расслоение угля и породы, при котором последняя оседает на решето машины; третья стадия – образование порога и разгрузка породы, скапливающейся на решетке. Выход «пустых» пород из-под отсадочных машин составляет около 70% от общего объема.

Вещественный, химический и минералогический состав ОУО. Вещественный состав определялся по методу Рудковского, который позволяет выделить содержание глинистых веществ благодаря их набухаемости в воде. Результаты показывают, что количество пылеватых в ОУО около 60 %, а песчаные частицы 37,73%, а количество глинистых (набухающих) колеб-

лется от 8 до 10%.

Химический состав отходов определялся по методике ГОСТ 5382-91 «Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа» (таблица 1).

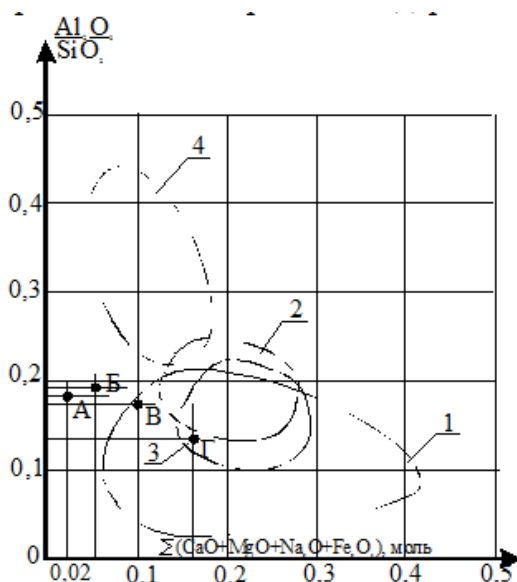
Таблица 1 – Химический состав пород ЦОФ г. Новокузнецка

Углеотходы ЦОФ фракция +13 мм	Содержание в % на сухое вещество							
	SiO ₂	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	K ₂ O+Na ₂ O
«Кузнецкая»	52,53	2,88	1,52	15,73	3,06	0,61	-	2,12
«Абашевская»	67,05	0,95	0,52	22,23	4,63	0,42		3,65
ЗСМК	58,85	2,1	1,01	19,84	13,88	0,23		3,42

Наличие оксидов в отходах ЦОФ: Al₂O₃ – 15,75..19,84 % и SiO₂ – 52,53..58,85% говорит о том, что состав отходов близок к традиционному глинистому сырью, что позволяет использовать ОУО в качестве основного сырья для производства керамических материалов.

Установлено, что ОУО могут стать керамическим сырьем с содержанием глинистых от 15%.

Установлено, ОУО относится к мало закарбонизированному сырью (CaO составляет 2,1...2,88%). Это снижает возможность образования «дутиков» в готовых изделиях. В сырье присутствуют оксиды калия и натрия – 2,12%, которые характеризуют плавкость сырья, однако их количество мало.



1 - кирпич; 2 – черепица; 3 – керамзит; 4 – плитка для полов; А – размещение ОУО ЦОФ «Кузнецкая»; Б – размещение ОУО ЦОФ «Абашевская»; В – размещение ОУО ЦОФ ЗСМК; Г – размещение глинистого сырья Байдаевского месторождения

Рисунок 1- Промышленное назначение глин в зависимости от химического состава

Остаточный углерод отрицательно влияет на свойства керамики (обжигаемых материалов). Практика показала, что для керамического сырья углерода должно быть не более 6...7 %. В силикатных изделиях количество углерода ограничено до нуля, иначе снижается прочность, морозостойкость и долговечность.

Полфракционное исследование пород. Термогравиметрические исследования подтверждают содержание углерода в углеотходах. Потери по массе – 13%, для отдельных проб от 20% до 29 % (ЦОФ «Кузнецкая»), для отдельных проб до 37,3 % (ЦОФ ЗСМК). Для исследования содержания остаточного углерода, породы отсадочных машин были разделены на фракции 25, 13, 10, 6 и 3 мм. Каждая фракция изучалась отдельно на содержание глинистых веществ и остаточного углерода. Изучение содержания остаточного углерода в отдельных фракциях показало следующее: наименьшее содержание углерода обозначено у породы фракции 25мм и более, потери по массе для них (12...12,8 %).

Для снижения количества углерода в сырье предложено подвергать его предварительной термообработке. Отходы отсадочных машин фракций 25 мм измельчались и рассеивались на фракции 5 мм и менее 0,6 мм, а затем обжигались при различных температурах. В результате исследований было определено, что наименьшее количество остаточного углерода содержится в отходах фракций менее 0,6 мм после обжига их в течение 1 часа при температуре 500°С в лабораторной печи, слоем 5...7 мм. Потери при прокаливании в отходах фракцией + 13мм достигают 19,66%, а содержание углерода до 11,4%. Термообработанная порода содержит минимальное количество остаточного углерода – 0,88%. Доказано, что под действием температуры проходит активизация глинистой составляющей, с образованием активных SiO₂, Al₂O₃, то есть термоактивизированные ОУО могут стать сырьем для производства клинкера и цемента [3].

Разработана модель переработки и использования ОУО как сырья для стройиндустрии. Установлено, что на первом этапе необходима оценка хвостов на экологичность, то есть содержание радиоактивных и токсичных веществ. Необходимы исследования проб на вещественный, химический и минералогический состав. Этапы переработки ВМР: сушка, измельчение, обжиг, при котором проводится аккумуляция и сбор тепла. Далее выделяются направления по применению остаточного после обжига минерального порошка, как сырья для стройиндустрии. Определяется очередность, эффективности внедрения ОУО. Проводится лабораторная, полупромышленная и промышленная апробация. На заключительном этапе разрабатывается технологический регламент на каждый вид строительного материала и изделия.

Итак, отходы ОУО по содержанию углерода можно разделить на две группы: с содержанием углерода более 24 %, их рационально дополнительно обогащать или применять как топливо; отходы с содержанием углерода до 24 % можно использовать в строительстве, черной металлургии, сельском хозяйстве. Обогащение угля осуществляется на обогатительных фабриках

(ЦОФ) двумя методами: флотации и отсадочных машин. Установлено, ОУО относится к мало закарбонизированному сырью (СаО составляет 2,1...2,88 %). Это снижает возможность образования «дутиков» в готовых изделиях. В сырье присутствуют оксиды калия и натрия – 2,12%, которые характеризуют плавкость сырья, однако их количество мало. Исследование минералогического состава показало, что порода содержит глинистые минералы, кварц и примеси: кальцита и доломита.

Пофракционное исследование на содержание глинистых веществ показало, что наибольшее их количество находится в крупных фракциях ≥ 25 мм. Общее их количество составляет от 15 до 29%. Эти отходы эффективно применять для керамической промышленности.

Распределение остаточного углерода также не равномерно и преобладают в мелких фракциях. Исследование по ликвидации углистых частиц показало, что их необходимо подвергнуть измельчению и термической обработке при 500...600 °С. Полученное тепло необходимо собрать и применять по назначению (обогрев воды, сушка и т.д.).

При термической обработке количество примесей угля доводится до минимального, при этом одновременно идет активизация глинистой составляющей. Это открывает возможность применять угольные хвосты не только в керамике, но и в производстве клинкера и цемента.

Библиографический список

1. Якутии В.П., Агроскин А.А. Использование отходов обогащения углей.- М.: Недра, 1978.- 167 с., ил.
2. Шпирт М.Я., Рубан В.А., Иткин Ю.В. Рациональное использование отходов добычи и обогащения углей.- М.: Недра, 1990.- 224 с., ил.
3. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии / В.Ф. Панова - Новокузнецк: 2009.- 287с.

УДК: 666.9: [658.567.1:622.7]

ПРИМЕНЕНИЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Романова А.Ф., Девяткина Д.О., Алексеева М.П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Панов С.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования отходов обогащения железных руд, их минеральный, вещественный и химический состав. Рудные «хвосты» были исследованы как опудриватель гранул и добавка в керамическую шихту; как мелкий песок; как сырье для производства стенового керамического и силикатного кирпича. Приведен системный подход переработки

рудных «хвостов» как сырья для стройиндустрии.

Ключевые слова: рудные «хвосты», отходы обогащения железных руд, опудриватель гранул, керамическая шихта, керамический кирпич, силикатный кирпич, мелкий песок.

Отходы обогащения железных руд образуются методом мокрой магнитной сепарации (ММС) и сухой магнитной сепарации (СМС) предварительно измельченных рудных пород. Магнитная часть руды поступает на агломерацию и далее используется в металлургической промышленности, минеральная часть гидротранспортом подается в отвалы. Из отвала вода через сборные колодцы дренирует по трубопроводу, уложенному по основанию в канал вокруг него. Водная суспензия в канале называется шламистой частью. После высыхания отходы имеют тонкодисперсный состав.

Рудные хвосты содержат как кислотные оксиды (SiO_2 , Al_2O_3), так и основные (CaO , MgO), и примеси (таблица 1). Рудные «хвосты» относятся к группе «кислых». Модуль основности (Mo) - 0,34.

Хранение «хвостов» обходится дорого, они влияют на экологию. Эксплуатационные расходы по содержанию отвалов (%) распределяются следующим образом: заработная плата обслуживающего персонала - 6,3; эксплуатационные расходы - 1,6; электроэнергия - 82,1; текущий ремонт - 5,5; прочие расходы - 5,5 [1].

Таблица 1 - Химический состав отходов обогащения железной руды Абагурской обогатительной фабрики

Наименование пробы	Содержание в % на сухое вещество										П.П.П
	SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	FeO	Fe_2O_3	SO_3	K_2O	MnO	TiO_2	
Общая часть	338,2	112,6	55,8	99,7	88,0	111,0	22,8	22,17	00,45	00,28	7,56
Шламистая часть	333,5	116,5	111,84	77,8	--	113,9	11,47	44,8	00,44	00,4	10,4

Исследования вещественного состава показали, что наряду с минеральной кварцевой составляющей, «хвосты» содержат примесь глинистых веществ по количеству 7...10%, особенно в шламистой части. В отходах остаются железистые примеси, количество магнитного железа колеблется от 3 до 10,6%; небольшое количество карбонатных и поливошпатных соединений. Железистая примесь определялась магнитным способом (таблица 2).

Отходы имеют дисперсный кварцесодержащий состав и могут применяться как мелкий песок. Технология получения песка из рудных «хвостов» достаточно проста и не требует больших затрат [2]. Пульпа текущего выхода обогатительной фабрики поступает на двухспиральный классификатор, где происходит отбор фракции 0,14 мм и обезвоживание ее до 16...18%. Клас-

сифицированный песок транспортируется на склад готовой продукции. Полученный песок относится к группе мелких.

Таблица 2 - Распределение железа по фракциям в хвостах Абагурской аглофабрики

Наименование проб		Содержание Fe, %			
		0,63	0,63...0,315	0,315...0,14	<0,14
Общая проба	общее	11,65	14,8	32,23	21,19
	магнитное	3,03	4,83	21,82	10,63
Магнитная часть пробы	общее	21,27	29,97	45,35	39,08
	магнитное	18,8	21,36	60,33	26,6

Были проведены исследования по применению «хвостов» для получения силикатных материалов (таблица 3). Из исследованных флотореагентов повышенные результаты по прочности силикатных изделий дает добавка талового масла в расчете 0,04 % при всех режимах тепловой обработки. Получен кирпич марки 150...250. Отвальные «хвосты» позволяют получить марку стенового материала 100. В процессе долгого хранения эффект флотореагентов резко снижается, в результате выветривания и удаления последнего (таблица 3).

Таблица 3 - Влияние вида флотореагента на прочность силикатного кирпича из рудных «хвостов»

Сырье	Режим обработки		
	0,9МПа (2+9+2)	1,2 МПа (2+7+2)	1,7 МПа (2+5+2)
1) чистый кварцевый песок	9,4	12,8	14,2
2) «хвосты» с флотореагентом: - таловое масло (0,04%); - гудрон	14,5	19,5	28,5
	13,0	17,2	20,0
3) «хвосты» лежалые из отвала	8	9,5	10,5

Рудные «хвосты» были исследованы как *опудриватель гранул и добавка в керамическую шихту* керамзитового заполнителя. Исследовано несколько видов добавок: рудные «хвосты», опилки, графит, масляная окалина, поверхностное активное вещество СДБ. Определялось влияние добавок к суглинку на их температурный интервал действия. Для этого термограмма суглинка накладывалась на термограмму шихты (суглинок + добавка). При этом образуется площадка в определенном температурном интервале. Эффект действия добавки оценивается положительно, если она действовала в интервале высоких температур, т.е. давала газовыделение в момент пиропла-

стического состояния шихты.

Установлено, что при добавке опилок эта область составляет 300...500°C. Для добавки графита - 700...900 °С. Оба вещества имеют локальное действие, чем и объясняется их меньшее влияние на поризацию керамзита по сравнению с третьим видом добавок - ПАВ, (1%) для которых область влияния составила 200...650 °С. Шихта с добавкой ПАВ (1%) + железорудные хвосты (5 %) составляющая имела широкий интервал влияния 200...800°C. Керамзит, полученный из последней шихты был в 1,5 раза легче, что объяснимо наибольшим эффектом действия на поризацию комплексной добавки. Используя предложенный метод наложения термограмм с добавкой и без нее, получены данные по области влияния добавки в керамическую шихту и выборе наиболее эффективного вещества.

Железорудные «хвосты» не непластичны и не могут быть самостоятельной шихтой для производства керамических изделий. Они требуют корректировки вещественного состава (добавления глинистого связующего компонента) и оптимизации гранулометрического состава.

Для определения влияния добавки - рудных хвостов при производстве кирпича были изготовлены образцы: влажность пресс-порошка - 8...12 %, давление прессования - 10...25 МПа, Формовались изделия диаметром 50 мм и высотой 56...67 мм с последующей их сушкой и обжигом при 1000 °С. Результаты экспериментальных исследований показывают, что из шихты, состоящей из 70 % отходов обогащения железной руды и 30 % суглинка, получен стеновой материал марки 100...150.

Разработана модель переработки рудных «хвостов» как сырья для стройиндустрии. Работа с отходами состоит из 10 этапов. Эффективно работать с крупнотонным сырьем, поэтому на первом этапе необходимо оценить агрегатное состояние и объемы запасов породы. «Хвосты» встречаются в виде шламистой и песчаной части, в стройиндустрии можно применять и те, и другие. Необходимо оценить экологичность отходов (радиоактивность, токсичность), их вещественный, химический и минеральный состав. Для этого нужно взять средние пробы в отдельных точках по горизонтали и вертикали отвала, то есть изучить усредненную пробу, чем будет обеспечена достоверность результатов.

На начальном этапе переработки необходимо выделить ценные составляющие: цветные и черные металлы, отделить их; оставшуюся минеральную часть можно использовать как заполнитель и наполнитель для обжegovых и безобжegovых материалов. Заключительные этапы – это определение очередности, эффективности получения того или иного строительного материала. Необходимо сделать подбор и расчет состава шихты, и далее провести полупромышленную, промышленную апробацию. Последний этап - это разработка технологического регламента на каждый вид строительного материала и изделия, внедрение в производство.

Итак, результаты исследования рудных «хвостов» показали, что они

относятся к группе «кислых», их модуль основности составляет 0,34.

Вещественный состав: минеральная кварцевая составляющая, содержание примесей глинистых, железорудных веществ, небольшое количество карбонатных, полевошпатных компонентов.

Исследования показали, что отходы обогащения железной руды можно использовать в качестве мелкого заполнителя с модулем крупности 1,2; опудривателя и добавки в керамзитовую шихту; как компонент для производства силикатного и керамического кирпича. Рудные «хвосты» обеспечивают получение легкого керамзита марки 400...450, силикатного кирпича марки 150...250 и керамического кирпича марки 100...125.

Эти отходы содержат ряд ценных компонентов, поэтому их необходимо предварительно дообогащать, а оставшуюся минеральную часть использовать как сырье для строительной индустрии.

Разработана последовательность исследования и переработки рудных «хвостов» для получения строительных материалов и изделий.

Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии/ В.Ф. Панова – Новокузнецк: 2009.- 287с.

2. Лесовик Р.В., Алфимова Н.И. О возможности использования техногенных песков в качестве сырья для производства строительных материалов, 2008.- 300с.

УДК 666.944: 666.951

ВЛИЯНИЕ ТОНКОСТИ ПОМОЛА И КОЛИЧЕСТВА ДОБАВКИ ПЕРЛИТОВОЙ ПОРОДЫ НА СВОЙСТВА ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

Губанова Е.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Разработаны принципы получения быстротвердеющего композиционного вяжущего на основе ультрадисперсного перлита. Приведен фракционный состав перлита с разной $S_{уд}$ обработанного на дробилках. Доказано, что механоактивированный перлит относится к активным пуццолановым добавкам. Применение дисперсного перлита позволит заменить дорогостоящий глиноземистый цемент, применяющийся для устранения усадки портландцемента.

Ключевые слова: перлитовая порода, перлитовый песок, портландцемент, добавка, дисперсность.

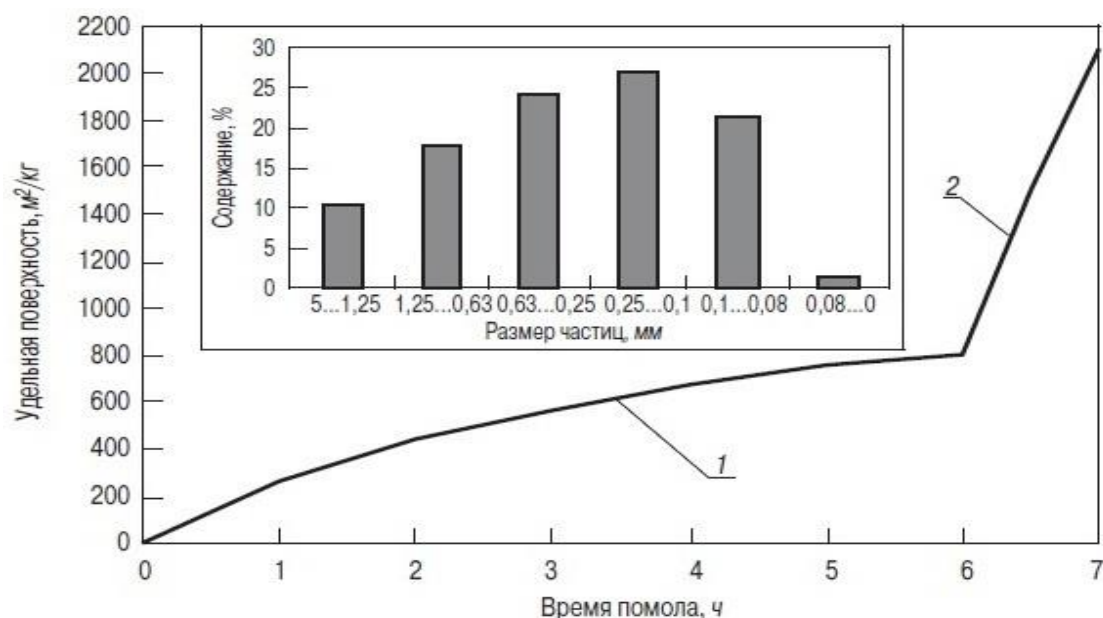
Перлит был исследован в качестве активной минеральной добавки к

цементу. Природный перлит представляет собой стекловидную массу. Текстура флюидно-перлитовая, излом полураковистый, цвет породы зеленовато серый. Стекловидный природный перлит практически рентгеноаморфен.

Химический состав: SiO_2 -71...72 мас.%, Al_2O_3 -13...16мас.%, R_2O до 8 мас.%, Fe_2O_3 около 1..2 мас.%, доли процентов оксидов магния и кальция. Перлиты содержат 6–8% химически связанной воды. Пространственная сетка вулканического стекла представляет собой неупорядоченный алюмокремнекислородный каркас по степени связанности соответствующий слоисто каркасным структурам. Кроме того, свободная энергия таких веществ существенно возрастает при помол (механоактивация). Предполагается, что накопленный суммарный энергетический потенциал найдет реализацию в вяжущих системах путем проявления высокой пуццолановой активности и эффективного влияния на процессы гидратации и синтеза прочности цементного камня [1].

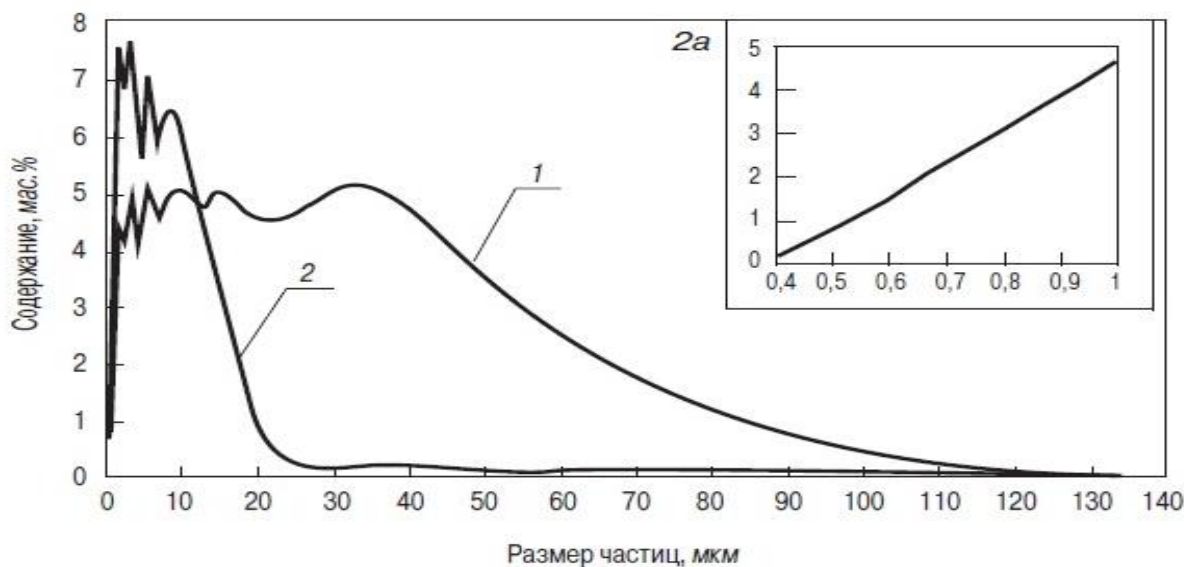
Известно, что традиционная технология получения смешанных вяжущих предусматривает помол клинкера, гипса и минеральных добавок в количествах, допустимых нормативными требованиями [2]. Рядом исследований установлено, что для каждого вида добавок существует своя оптимальная дисперсность (вплоть до ультрадисперсных размеров частиц). Для выяснения влияния дисперсности перлита на его гидравлическую активность и прочность получаемых на их основе цементов. В работе использован перлит двух фракций:

- 1) порошок $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$, полученный путем 6 часового помола в шаровой и центробежно -планетарной мельнице;
- 2) порошок с $S_{уд}=2100 \text{ м}^2/\text{кг}$, полученный посредством одночасового помола тонкодисперсного порошка (рисунок 1, 2).



1 - помол в шаровой мельнице; 2- помол в центробежно-планетарной мельнице

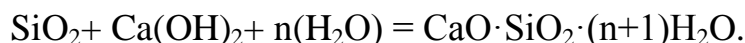
Рисунок 1 - Фракционный состав перлита при дроблении в щековой дробилке и кинетика изменения его удельной поверхности



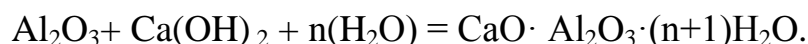
1-помол шаровой мельнице; 2-помол планетарной мельнице;
2а - участок кривой в области ультрадисперсных размеров частиц

Рисунок 2 - Дифференциальные кривые распределения частиц порошка перлита после помола

Гидравлическая активность подготовленных порошков перлита определялась в течение 30 суток, выполнено 15 титрований (через каждые 2 сут). Действие перлита, как активной минеральной добавки, основано на способности содержащегося в нем аморфного кремнезема связывать известь в низкоосновные гидросиликаты кальция по схеме:



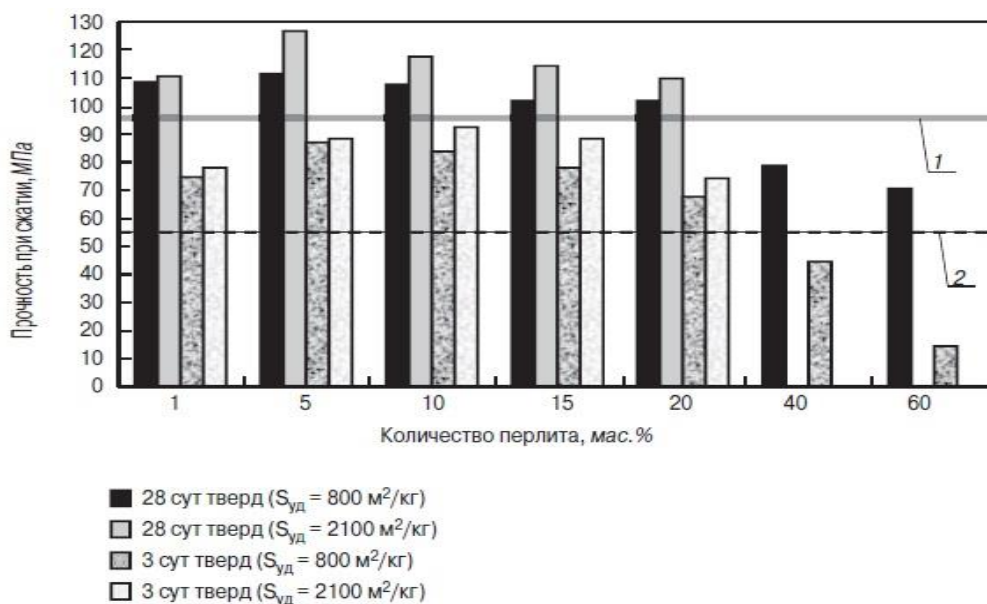
Оксид алюминия (содержание в перлите до 16%) также взаимодействует с известью с образованием гидроалюминатов кальция:



Установлено, что 3 - суточная прочность образцов, содержащих в цементе 5% перлита, обеспечивает 90 % марочной прочности цемента без добавки. Прочность смешанных цементов в ранние сроки на 25-60 % выше, в сравнении с цементом ПЦ 500 Д0. Наибольшим эффектом характеризуются цементы с добавкой перлита микронных размеров в количестве 5-15 %.

Смешанные цементы готовились на основе портландцемента марки ПЦ 500Д0 ($S_{уд} = 315,5 \text{ м}^2/\text{кг}$, нормальная густота 27 %, содержание $\text{SO}_3 = 2,4 \%$). Добавки перлита варьировались в диапазоне: 1, 5, 10, 15, 20, 40 и 60 мас. % порошка перлита с $S_{уд} = 800 \text{ м}^2/\text{кг}$; 1, 5, 10, 15, 20 мас. % - $S_{уд} = 2100 \text{ м}^2/\text{кг}$ (рисунок 3).

Анализ результатов испытания композитов из смешанных цементов на сжатие приведен на рисунке 3.



- 1 - прочность цементного камня ПЦ 500ДО (28 сут);
 2 - прочность цементного камня ПЦ 500ДО (3 суток)

Рисунок 3 - Прочность смешанных цементов в зависимости от количества и дисперсности перлита

Смешивание портландцемента с добавкой осуществляли в течение 20 мин в 3 литровой шаровой мельнице (количество шаров 5). Прочность при сжатии смешанных цементов определяли размером 20*20*20 мм, которые формовали из теста нормальной густоты, режим твердения образцов водный, температура 22±3 С⁰.

При подготовке цементного теста из смешанных цементов было отмечено, что введение тонкодисперсных добавок в количестве до 10% не вызывает увеличения вязкости системы и не требует дополнительной воды затворения. Подобный факт объяснялся возникновением баланса между факторами, влияющими на текучесть: увеличение вязкости за счет сокращения объема свободной воды и увеличения числа коагуляционных контактов компенсируется слабостью этих контактов из за наличия на микрочастицах пленок адсорбционно -связанной воды [2].

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

- использование тонкодисперсных перлитов в составе смешанных цементов в количестве до 20% приводит к повышению марочной прочности от 10 до 30% в сравнении с прочностью цемента марки ПЦ 500ДО. Степень упрочнения увеличивается с повышением дисперсности перлита, наиболее эффективна добавка в количестве 5%, при этом предел прочности при сжатии повышается на 30%;

- добавка перлита в смешанные цементы в количестве более 20% приводит к снижению прочности;

- смешанные цементы, содержащие перлит в количестве до 20 мас. %, характеризуются быстрым набором прочности в ранние сроки твердения;

- темпы прироста прочности смешанных цементов в период основной фазы гидратации (с 7-х по 28-е сутки твердения) выше, чем в портландцементе ПЦ 500Д0;

- перлит способствует компенсации усадки портландцемента, играет роль регулятора сроков схватывания и может быть использован для замены дорогостоящего глиноземистого цемента.

Библиографический список

1. Горлов Ю.П., Еремин Ю.П., Седунов Б.У. Огнеупорные и теплоизоляционные материалы. – М.: Стройиздат, 1976. – 184 с.

2. Писарев С.В., Волженский А.В., Приходько В.А., Химченко В.И. Стеклоперлитовые теплоизоляционные плиты // Строительные материалы. – 1991.- №2.- С. 6.

УДК 666.9[658.567.1:621.3]

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ ЭНЕРГЕТИКИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Некрасова Л.В., Тюменцев С.А., Алексеева М.П.

Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Панов С.А.,

канд. техн. наук, доцент Камбалина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования отходов энергетики, их минеральный, вещественный и химический состав описан в процессе разработки золоотвала. Отходы энергетики были исследованы как заполнитель и наполнитель; как сырье для производства силикатного кирпича. Описана модель исследования и переработки отходов энергетики как сырья для строительной индустрии.

Ключевые слова: отходы энергетики, заполнитель, наполнитель, силикатный кирпич.

Природная сырьевая база для производства строительных материалов истощается, однако в связи с промышленным производством образуется большое количество техногенных продуктов, которые могут использоваться как сырьевые материалы.

Цель работы: изучить состав и свойства техногенных отходов энергетики, и определить направления применения их в строительной индустрии.

Отходы энергетики подразделяются на два вида: зола-унос и золошлаковая смесь. Зола – унос (З-У) образуется методом сухого отбора из электрофильтров. Она относится к дисперсным материалам и имеет следующие свойства: $S_{уд} = 800 \dots 2500 \text{ см}^2/\text{г}$, насыпная плотность $700 \dots 750 \text{ кг/м}^3$ и истин-

ная плотность $2,2 \text{ г/см}^3$. Золошлаковая смесь из отвала представлена в виде песка повышенной влажности, так как удаляется в отвал гидротранспортом.

Исследование золошлаковых отходов ТЭС Кузбасса показало, что ежегодный выход золы составляет 2,6 млн.т и 2,4 млн. т в виде золошлаковых смесей. В отвалах накоплено около 40 млн. т. В отвале материал имеет неравномерный химический гранулометрический состав.[1]

Зерновой состав ЗШС в отвале изменяется по мере удаления ее от места выпуска. Выделяются следующие зоны: *шлаковая* – с преобладающим содержанием шлаковых фракций (в местах выпуска); *зольная 1* – с преобладающим содержанием зольных фракций; *зольная 2* – с преобладающим содержанием золы фракции менее 0,08 мм (в центре, район отстойного пруда). Для того чтобы добиться однородности состава предлагается применять определенную систему добычи ЗШС из отвала и разделять ее по фракциям. Разработка золоотвала производится поэтапно до конечной глубины с оставлением в подошве целика толщиной 0,3...0,5м для предотвращения загрязнения сырья подстилающими породами.

Порода должна перелопачиваться и складироваться в бургт и далее в конус. Зола, должна отгружаться потребителям из конусов с влажностью не более 30%.

Для флотационного обогащения золы размер ее частиц не должен превышать 1мм. Остаточное топливо из золы следует выделять пенной флотацией, при которой удаляются не сгоревшие частицы топлива - с пеной, минеральные - оседают. Для пенной флотации можно использовать, например, реагенты: собиратель - керосин, вспениватель - кубовый остаток ректификации диметилдиоксана (отход химической промышленности). Примерный расход реагентов на одну тонну флотируемой зольной массы: собирателя - 3...3,5 кг, вспенивателя - 2 кг. В процессе флотации из золошлаковой смеси выделяется 20...25% остаточного топлива [1].

Разработана система переработки и использования отходов энергетики. На первом этапе оценивается агрегатное состояние и объем накопленных отходов, далее определяется степень экологичности: содержание радиоактивных, токсичных веществ, остаточных примесей угля, рациональность их применения. Исследования показывают что содержание токсических и радиоактивных веществ таких как Ra^{226} (*радий*), Th^{232} (*торий*), K^{40} (*калий*) в составе ЗШС от сжигания каменных углей Кзбасса отвечают нормативным требованиям, то есть могут применяться как сырье. Далее определяется химический, минералогический состав. Применение отходов энергетики эффективно осуществлять после его обогащения: удаление цветных благородных металлов, сушка, рассев по фракциям: 0...5; 5...20мм. Затем осуществляются лабораторные исследования. Заключительный этап – разработка регламента на каждый вид строительного материала.

Ниже приведены результаты исследований золы на примере Беловской ГРЭС (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав золы Беловской ГРЭС

Наим.	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	R ₂ O	TiO ₂	Mn ₃ O ₄	P ₂ O ₅	SO ₃
Известь	88,76	-	1,025	-	-	9,62	-	-	-	-	0,595
ЗШС	3,91	27,38	55,99	6,64	0,58	1,62	1,73	0,49	0,74	-	0,92
З-У	4,81	21,81	61,65	5,39	-	1,88	4,46	-	-	-	-

Основные характеристики золы определяются по формулам:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3 + xB_n O_m)}{(0,93 \cdot SiO_2 - yR_n O_m)}$$

$$M_o = \frac{\%(CaO + MgO)}{\%(Al_2O_3 + SiO_2)}; \quad M_a = \frac{\%(Al_2O_3)}{\%(SiO_2)}$$

Установлено, что данные отходы относят по коэффициенту основности ($K_{осн}$), модулю основности ($M_{осн}$) к ультракислым: $K^{зшс}_{осн} = -0,24$; $K^{3-у}_{осн} = -0,07$; $M^{зшс}_о = 0,07$; $M^{3-у}_о = 0,12$. По модулю активности $M^{зшс}_а = 0,5$; $M^{3-у}_а = 0,3$, зола обладает малой активностью, то есть для получения цемента на ее основе она требует активизации: механической, химической, тепловой.

Для исследование отходов как заполнителя или наполнителя: бетонов, растворов, сухих смесей, необходимо проверить их на стойкость к распадам: силикатный, железистый, известковый. Все виды распада связаны с содержанием в материале CaO. Для золы содержание оксидов кальция не большое, находится в пределах: 3,91..... 4,81 (таблица 1).

Силикатный распад, происходит потому, что находящийся в отходе минерал – двухкальциевый силикат из неустойчивой формы ($\gamma 2CaO \cdot SiO_2$), переходит в устойчивую ($\beta 2CaO \cdot SiO_2$) что сопровождается увеличением его объема на 10%. Этот эффект можно оценить расчетами по формулам:

$$SiO_{min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5}; \quad CaO_{max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8}$$

Отход считается распадающимся, если содержание фактических оксидов SiO₂ меньше, а CaO больше, чем их количество, определенное расчетом. Получено $SiO_{2min} = 23,96\%$; $CaO_{max} = 33,3\%$; $SiO_{факт} = 55,99\%$; $CaO_{факт} = 3,91\%$. Установлено, что Кузбасские золы и шлаки стойки к распадам, то есть они могут рекомендоваться как заполнитель в бетоны и растворы, сухие смеси.

Для определения состава зольного цемента и количества составляющих компонентов решается уравнение:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (n \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot X}{(n \cdot 0,9 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1,$$

где: n – заданное для шихты значение $K_{осн}$.

На практике он принимается $K_{\text{осн}} = 1,2 \dots 1,6$; x - количество массовых частей «основного» сырья с ($K_{\text{осн}} > 1$) на одну весовую часть «кислого» сырья с ($K_{\text{осн}} < 1$).

В качестве «кислого» компонента цемента принята зола Беловской ГРЭС, а в качестве щелочного активизатора использована известь (таблица 1). Результаты расчета состава цемента, при принятом коэффициенте $K_{\text{осн}} = 1,5$ получены следующее: соотношение извести к золе близко 1:1.

В качестве сульфатноактивизатора в зольный цемент вводится, как правило, гипсовый камень [2]. Расход гипсового камня зависит от содержания алюминатной составляющей (C_3A или Al_2O_3) в шихте. Именно эти две составляющие при химическом взаимодействии приводят к образованию энtringита (гидросульфоалюмината кальция). Расход количества гипса при содержании $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ в гипсовом камне 80% составил расход гипса в количестве от 4,6 до 7%.

Выводы. На территории Кузбасса в отвалах накоплено около 40 млн. т отходов энергетики, которые делятся на: золу-унос и золошлаковую смесь. Золой являются «кислыми» так как содержание оксида кальция до 10 %. Для усреднения гранулометрического состава разработаны технологические схемы по разработке отвалов. Описан системный подход исследования и переработки отходов энергетики как сырья для строительной индустрии. Установлена стойкость против распадов золы на примере отходов Беловской ГРЭС, которая доказывает возможность применения их бетонов, растворов, сухих смесей как заполнителей и наполнителей. Разработан состав извешто-возольного вяжущего – ИЗВ: соотношение известь + зола = 1:1; добавки гипса $\Gamma_1 = 4,6\%$ (на золе унос), $\Gamma_2 = 7\%$ (на ЗШС). Разработан состав для получения силикатного кирпича на основе ИЗВ, соотношения компонентов: ИЗВ : ЗШС = 1 : 3. Получен кирпич марки М150. (патент № 229 67 26 Силикатная масса для приготовления отделочного кирпича).

Библиографический список:

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография / СибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.
2. Волженский А.В. и др. Минеральные вяжущие вещества: (технология и свойства). Учебник для вузов / А.В. Волженский, Ю.С. Буров, В.С. Колокольников. - 4-е изд. перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1986. - 476 с., ил.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗОЛЫ ТОМЬ-УСИНСКОЙ ГРЭС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Щербинина Е.О.

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,
канд. техн. наук, доцент Камбалина И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлены результаты исследования продукта с отвала Томь-Усинской ГРЭС, приведен ее химический и минеральный состав. Золошлаковая смесь с отвала Томь-Усинской ГРЭС исследовалась на возможное применение в стройиндустрии, как заполнитель для цементных конгломератов и как компонент безклинкерного вяжущего. Приведен расчет состава шихты безклинкерного вяжущего.

Ключевые слова: золошлаковая смесь с отвала Томь-Усинской ГРЭС, состав, свойства, цемент, расчет, шихта.

С каждым годом в области идет истощение природных ресурсов, а спрос на сырье для производства строительных материалов возрастает.

В производстве строительных материалов, используют мелкий заполнитель песок и крупный заполнитель - щебень. Однако в Кузбассе отсутствует природный песок, а доставлять его с других регионов требует очень больших затрат. Известно, что Кемеровская область лидирует по количеству различных отходов промышленных предприятий, в том числе и техногенных продуктов энергетики. Зола может стать полноценным сырьем, например как мелкий заполнитель для строительных изделий. Рассмотрим характеристики отходов, на примере Томь-Усинской ГРЭС.

Томь-Усинская ГРЭС - крупнейшая тепловая электростанция юга Западной Сибири. Работает Томь-Усинская ГРЭС с 1958 года. Томь-Усинская ГРЭС стала одной из первых в стране и первой в Сибири электростанцией, построенной по схеме энергетических блоков, с центральным щитом управления блоками. Для складирования отходов производства в 1958 году был построен золоотвал № 1 площадью 51 гектар. Биологическая рекультивация золоотвала до настоящего времени еще не была проведена. За 56 лет в этом отвале накоплено большое количество ЗШС.

Цель данной работа заключалась в изучении золошлаковой смеси с отвала Томь-Усинской ГРЭС на возможное применение ее в стройиндустрии, как заполнитель и как компонент безклинкерного вяжущего.

Известно, что зола на ТУ ГРЭС образуется от сжигания низкосортных газовых углей Кузнецкого бассейна и Хакасского месторождения (таблица 1).

Таблица 1 - Химический состав отвальной золошлаковой смеси (ЗШС) Томь – Усинской ГРЭС

Наименование	Содержание оксидов, %									
	SiO_2	Al_2O_3	TiO_2	CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	P_2O_5	SO_3
Зола	63,01	23,75	0,791	2,524	1,512	3,545	2,5	0,921	1,272	-
Известь	5,647	1,461	-	89,75	2,125	0,55	-	-	-	0,45

Данный технологический продукт проверен на экологичность, на содержание вредных веществ, таких как радий, торий, калий. Установлено, что в составе его они не обнаружены или находятся в допустимом количестве и не вредны здоровью человека. Радиоактивность ЗШС находится в допустимых пределах до 370 Бк/кг, что разрешает использовать ее во всех видах строительства. [2]

Известно, что по характеру и свойствам промышленные отходы подразделяются на «кислые», «основные» и «нейтральные», «активные» и «неактивные», что оценивается модулем основности и модулем активности [2].

$$M_o = \frac{\%(CaO + MgO)}{\%(Al_2O_3 + SiO_2)}; \quad M_a = \frac{\%(Al_2O_3)}{\%(SiO_2)}$$

Для ЗШС смесь следовательно малоактивная и требует активизации.

Для оценки отхода как заполнителя необходимо проверить его на силикатный распад. Известно, что с повышением в составе сырья содержания оксида кальция (CaO), оно склонно к силикатному распаду [3]. Происходит это потому, что находящийся в сырье минерал - двухкальциевый силикат из неустойчивой формы ($2CaO \cdot SiO_2 \gamma$) при 675 °С переходит в стабильное состояние ($2CaO \cdot SiO_2 \beta$), что сопровождается увеличением его объема на 10%. В результате заполнитель растрескивается и рассыпается. Стойкость на распад можно проверить лабораторными испытаниями или расчетам по формулам [2]:

$$SiO_{2min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5}; \quad CaO_{max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8}$$

Расчетные даны показали, что данный вторично минеральный ресурс (ВМР) считается не распадающимся, это подтвердил лабораторный способ осуществленный путем пропаривания. Для оценки техногенных продуктов на применение в производстве строительных материалов предложен коэффициент основности силикатов ($K_{осн}$), который рассчитывается по формуле:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3 + xB_nO_m)}{(0,93 \cdot SiO_2 - yR_nO_m)}$$

По результативному $K_{осн}$ все минеральные строительные материалы и сырье для их производства (природное и техногенное) можно разделить на 5 групп по величине коэффициента основности:

ультраосновные $K_{осн}$ от 1,6 до $+\infty$; основные – 1,2...1,6; средние –

0,8...1,2; кислые – 0,0...0,8; ультракислые - менее 0,0 до $-\infty$.

По расчетным данным исследуемое сырье ЗШС относится к группе «ультракислых». Такой отход рекомендован как заполнитель в бетон и силикатные материалы.

Исследуемая ЗШК как компонента безклинкерного вяжущего. Для этого к нему подбирают 2-ой компонент. Так как ЗШС является «ультракислым» компонентом, для активизации необходимо добавлять «основной» компонент, в качестве которого принята известь Гурьевского месторождения (таблица 1).

Установленный Косн шихты для вяжущего находится в пределах 1,2...1,6. Для расчета состава известково зольного вяжущего (ИЗВ) принят коэффициент основности $N=1,2$. Состав двухкомпонентного вяжущего по заданному коэффициенту основности рассчитывается по формуле:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO) - (N \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot X}{(N \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

где x – количество «основного» сырья (извести), на одну часть «кислого» (ЗШС).

Результат показал, что для получения вяжущего потребуется: 48,5% извести, а золы 51,5%.

В качестве сульфатного активизатора в шихту добавлен гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) По расчетам [1] его количество 6,18%. Для активизации полученного цемента необходимо применить механический способ, то есть помол до $S_{уд}=3000...5000$ см²/г. Для получения изделия на том же цементе эффективно применять тепловую активизацию: ТВО или автоклавная обработка (при температуре 170...220°С, и давлении 0,8...1,6 МПа). Полученное вяжущее имеет активность 250...270 кг/см².

Выводы: Природное сырье истощается. На замену ему должен прийти так называемый ВМР. На примере исследован отход ГРЭС в виде ЗШС, установлено, что отвал собирал техногенные отходы с 1958 года. Исследованная ЗШК удовлетворяет нормам по требованиям радиоактивности и экологичности, как сырья для строительных материалов. ЗШС относится к группе «кислых» и малоактивных ВМР. Исследовано, что зола не подвергается распаду, то есть может быть применена как заполнитель.

Установлено, что после щелочной, сульфатной, механической, температурной активизации ЗШС является эффективным компонентом для цемента. По расчетам состава цемента используется: ЗШС - 51,5%; извести 48,5%; гипса 6,18%. Полученный цемент имеет активность 250...270 кг/см².

Библиографический список:

1. Расчет состава сырьевой смеси для производства портландцемента: Метод. Указ./Сост.: В.Ф. Панова-Новокузнецк, СибГИУ, 2000.- 24с.
2. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / СибГИУ. – Новокузнецк, 2009.- 289.

ОТХОД МЕТИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА - КРАСНЫЙ ПИГМЕНТ

Курачева М.В., Логвиненко В.А., Маколкина В.И., Ляпина М.С.
Научный руководитель: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Описаны результаты исследования тонкодисперсного, красного отхода метизного производства, основы его образования. Даны лабораторные результаты по влиянию содержания пигментов на свойства цементного камня. Определена цветность растворов на различных заполнителях с новым пигментом из техногенного продукта.

Ключевые слова: пигмент, цемент, свойства, раствор, исследования, цвет.

Из природных минералов красный цвет имеет «опал огненный» и «сильвин». Красящая составляющая в них представлена коллоидной гидроокисью железа. Гематит относится к природному минералу с идиохроматической окраской – кроваво-красный оксид железа (+3).

Ранее установлено, что именно металлосодержащие пигменты обладают яркостью, устойчивостью в щелочной среде. В работе исследованы в качестве пигментов техногенные продукты, имеющие оттенки красного цвета, в частности, отход метизного производства (ОМП), а также порошок, полученный из боя кирпича; смесь молотого шлака и ОМП.

Цель работы: изучить свойства красного пигмента, являющегося отходом метизного производства (ОМП), и установить его влияние на цемент.

Исследуемый продукт – ОМП – в виде шлама образуется после нейтрализации кислых железосодержащих обработанных травильных растворов. Шламы образуются в результате химического удаления окалина со стальных изделий. Окалина на стали располагается слоями в виде оксидов трех форм: оксида железа Fe_2SO_4 (гематита), закиси-окиси Fe_3O_4 (магнетита) и закиси FeO (вюстита). К химическим способам удаления окалина относятся травление (кислотное, электрохимическое, щелочное) и восстановление оксидов в железо нитратом натрия. Наибольшее распространение получило травление в растворах серной (H_2SO_4) и соляной (HCl) кислот. В результате нейтрализации кислых железосодержащих сточных вод и отработанных травильных растворов образуется шлам, который вывозится в отвалы. После сушки шлама образуется порошок красного цвета, характерный для гематита, это подтвердили результаты рентгеновских исследований (рисунок 1). Удельная поверхность дисперсного материала составляет около $700 \text{ м}^2/\text{кг}$, насыпная плотность - $650 \text{ кг}/\text{м}^3$ в рыхлом состоянии. Данный техногенный продукт предлагается в качестве пигмента в шлаковые бетоны и растворы.

Для изучения влияния наиболее широко распространенных пигментов

различного цвета на интенсивность окрашивания, прочность, морозостойкость, активность цементного камня и бетона применялся шлаковый цемент на отбеленном шлаке и обычный ШЩ, которые смешивались с пигментами до полной однородности. Результаты показали, что средняя интенсивность цвета цементного камня может быть получена при относительно небольшом количестве пигмента (на отбеленном шлаковом цементе достаточно добавить 3...5 % пигмента, на обычном 5...10 %), кроме охры, дающей слабую интенсивность окрашивания (таблица 1).

Результаты показали, что добавка пигмента в пределах до 6 % практически во всех случаях мало влияет на активность цемента, в количестве до 10 % - приводит к снижению активности на 35 % и более (таблица 2).

Пигмент - отход метизного производства (ОМП) дает высокую степень окрашивания в количестве 5 % без снижения активности вяжущего, практически не влияет на морозостойкость (таблица 1). Добавка пигментов (сурик железный, окись хрома, ультрамарин) в пределах 20 % от массы вяжущего не ухудшает морозостойкость; при введении других пигментов (киноварь, охра, сажа) уже при добавке 4 % резко снижается морозостойкость цементного камня. Следовательно, для получения цветных бетонов, укладываемых в конструкции, подвергающихся попеременному замораживанию и оттаиванию, не все пигменты могут быть использованы.

Для исследования приняты цементные образцы с морозостойкостью равной 200 циклов попеременного замораживания и оттаивания в насыщенном водой состоянии.

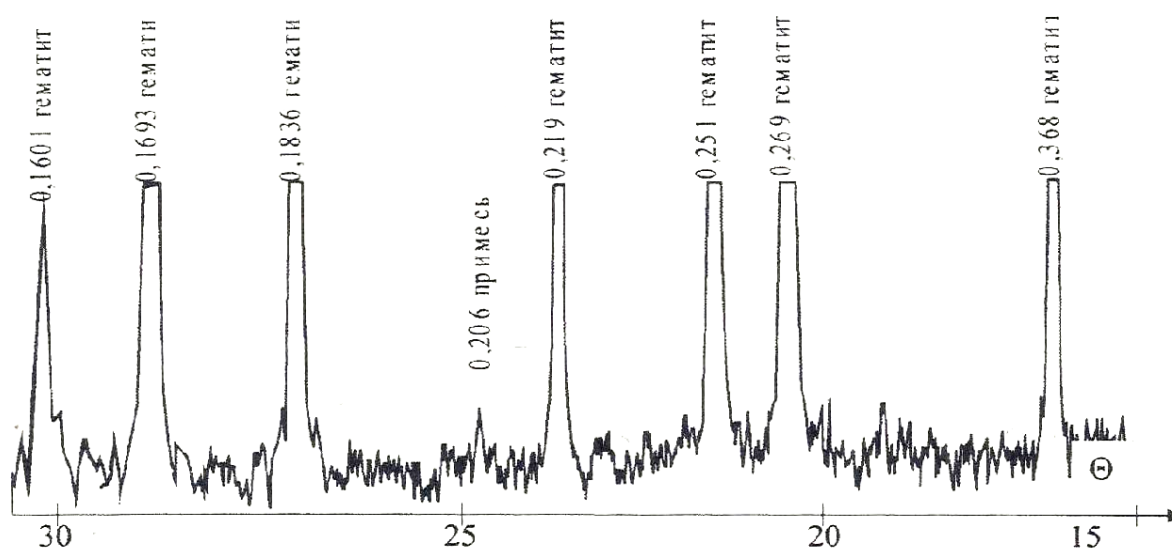


Рисунок 1 - Дифрактограмма отхода метизного производства

В качестве красящего пигмента исследовался отход метизного производства (ОМП) ОАО «ЗСМК». Изучено его влияние на прочность при сжатии и изгибе, пористость и среднюю плотность шлакобетона.

Установлено, что введение ОМП в качестве пигмента в декоративные растворы в количестве более 5% вызывает снижение прочности. Изучено

влияние количества пигмента на свойства растворов на различном песке. На каждый состав изготавливалось по 3 партии образцов (9 шт.).

Обработка результатов осуществлялась с использованием методики Стьюдента. Цвет образцов оценивался визуально.

Таблица 1 - Морозостойкость образцов (циклы) из цементного камня в зависимости от вида и количества добавляемых пигментов

Пигмент	Морозостойкость цементного камня при содержании пигмента, %				
	0	4	8	20	30
Охра	200	150	100	50	-
Сурик железный	200	200	200	150	150
Окись хрома	200	200	200	-	-
Пирролюзит	200	200	200	150	100
Ультрамарин	200	200	200	100	-
Киноварь	200	150	100	50	-
Сажа	200	100	50	-	-
Отход метизного производства	200	200	200	150	100

Таблица 2 – Состав и свойства декоративных растворов

Заполнитель	Кол-во пигмента (ОМП), %	Цвет	Нормальная густота НГ, %	Прочность после ТВО, МПа	Марка
Гланшлаковый песок	0	Серый	25-27	22	200
Вольский песок	0	Бежевый	25-27	14,5	150
Дробленый шлаковый песок	0	Серый	25-27	27,4	250
Граншлаковый песок	2	светло-розовый	25-27	19,98	200
	5	розовый	27-29	15,08	150
	10	темно-розовый	27-29	8,5	75
	15	светло-красный	27-29	6,13	50

Выводы.

Исследования показали, что все пигменты понижают активность цементного камня и морозостойкость. Изучены свойства красного пигмента в виде отхода метизного производства (ОМП), который состоит из гематита, удовлетворяющего м²/кг. Определено оптимальное количество его в цементном камне (без потерь прочности) до 5%.

УДК624.012.

ПРОИЗВОДСТВО ТОВАРНОГО БЕТОНА

Шадрин С.А.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Одно из ведущих мест в промышленности строительных материалов занимает производство товарного бетона. Потребность в товарном бетоне велика. В предлагаемом проекте применены двухвальные бетоносмесители, которые обеспечивают получение наиболее однородной смеси и являются наиболее экономичными и долговечными смесителями принудительного действия.

Ключевые слова: бетон, цемент, заполнители, бетоносмеситель, бетоносмесительная установка.

По объему производства и применения бетон намного опережает другие виды строительных материалов. В настоящее время стоит вопрос повышения качества продукции, особенно в связи с сильно обострившейся конкуренцией на рынке строительных материалов и товарного бетона.

Добиться высокого качества при производстве современных бетонов можно только при наличии автоматизированного бетоносмесительного узла.

Производство бетонных и растворных смесей организовано в двухсекционном бетонном цехе, состоящем из надбункерного, дозаторного, смесительного и отделения выдачи с компоновкой оборудования по вертикальной схеме.

Песок и щебень поступают на склад по железнодорожной эстакаде. Разгрузка железнодорожных вагонов производится открыванием бортов, где заполнители самотеком высыпается в отсеки, а затем мостовым краном, оборудованным грейфером, подаются в отсеки для хранения.

Подача заполнителей со склада в бетоносмесительный цех осуществляется по галерее наклонным ленточным конвейером. Далее материал поворотной воронкой распределяется по расходным бункерам первой секции. В поворотную воронку 2 секции заполнители поступают через передаточный ленточный конвейер.

Включение и выключение механизмов тракта подачи осуществляется автоматически по сигналу указателя уровня, установленного в соответствующем отсеке расходного бункера.

Цемент со склада подается пневмотранспортом в улавливатели цемента, в которых цементно-воздушная пульпа теряет скорость и цемент отделяется от воздуха. Осажденный цемент поступает в отсеки расходного бункера.

Приготовление бетонных и растворных смесей организовано в смесительном отделении с 4 двухвальными принудительными смесителями СБ-163-0.5АМ емкостью 750 литров. На качество бетона значительное влияние оказывает тип смесителей. При перемешивании бетонной смеси необходимо обеспечить сплошное обволакивание цементным тестом поверхности зёрен заполнителя. В зависимости от вида заполнителей и бетона, а также характера приготовления применяют различные способы перемешивания составляющих. Для подвижных смесей с крупным заполнителем применяется перемешивание со свободным падением материала (гравитационные смесители). Это простой и экономичный способ, однако для жёстких смесей не пригоден, так как не обеспечивает однородного перемешивания. Перемешивание малоподвижных и жёстких смесей осуществляется в бетоносмесителях принудительного действия. Большинство действующих бетоносмесительных установок на заводах ЖБИ оснащены бетоносмесителями принудительного действия СБ-138.

Конструктивно современные бетоносмесители СБ-138 претерпели существенные изменения (СБ-138БМ). Модернизированные конструкции створок и крышки обеспечивают минимальное пыление во время работы, сменная броня, крепящаяся на винтах, изготовлена из марганцовистой стали, что улучшает ее износостойкость, усовершенствованная конструкция чаши улучшила центрирование ротора, что обеспечило улучшение качества бетонных смесей.

В настоящее время разработаны и успешно применяются на крупных бетоносмесительных установках с высокой производительностью двухвальные бетоносмесители принудительного перемешивания типа СБ-163. Синхронно вращающиеся валы таких агрегатов представляют собой совокупность смесительных рычагов и лопаток, которые создают мощнейший турбулентный эффект, вращаясь на регулируемых высоких скоростях навстречу друг другу. Такое воздействие позволяет равномерно распределить цементы и любые его заполнители по чану. Благодаря синхронному вращению валов смесителя удастся добиться обволакивания цементом каждой частицы песка и заполнителя. Во многих случаях без снижения прочности бетона удастся сократить расход цемента до 15%.

Преимущества двухвальных бетоносмесителей перед другими видами принудительных бетоносмесителей:

- большая высота заполнения позволяет одновременно замешивать большее количество смеси;

- смесительная камера более компактна, что положительно сказывается на компактности всей установки;

- возможен повторный запуск под нагрузкой и экстренный моментальный выгруз смеси, что актуально при аварийном отключении электроэнергии;

- эксплуатация с недозагрузкой позволяет замешивать любые объемы смеси, учитывая потребности (объем бетоновоза, ограничение количества при кладке, заливке и т.д.);

- значительная часть бетонной смеси выгружается под действием силы тяжести, остаток подается к заслонке выгрузки смесительными лопатками, что исключает расслаивание.

Двухвальные бетоносмесители принудительного действия обладают высокой эффективностью и надежностью.

Процесс перемешивания в бетоносмесителе осуществляется двумя параллельно вращающимися валами по направлению друг к другу (рисунок 1). На валах находится лопасти и четыре скребка, зачищающие торцевую броню и передающие смесь на противоположный вал, лопасти расположены таким образом, что смесь в барабане двигается винтообразно в трех плоскостях, так называемый эффект трехмерного перемешивания, вовлекающий весь объем инертных материалов в процесс смешивания. Благодаря этому степень гомогенизации смеси равна около 95 %, достигается за 20-30 секунд.



Рисунок 1 – Конструкция валов двухвального бетоносмесителя

В области производства стройматериалов сегодня повсеместно внедряются электронные системы дозирования. В разработанной технологии применена автоматизированная система управления весодозирующим комплексом.

В результате внедрения электронной системы дозирования исключается влияние человеческого фактора на процесс дозирования, что значительно снижает время дозирования с одновременным повышением точности.

Основные преимущества электронного весоизмерительного оборудования перед механическим:

- отсутствие необходимости в постоянных регулировках, характерных для механического оборудования;

- полное отсутствие влияния человеческого фактора на процесс и ре-

зультат дозирования;

- высокая надёжность, малая погрешность;
- значительное снижение времени дозирования с одновременным повышением точности;
- исключение погрешностей вызванных налипанием материалов на стенках дозаторов;
- возможность подключения к персональному компьютеру, что позволяет производить автоматическое дозирование по заранее утверждённым рецептам, в заданной последовательности;
- создание базы данных и быстрая передача информации на любое расстояние.

В ходе выполнения весового дозирования компонентов оператор системы принимает участие в ее работе экспертного управления, т.е. выбирает из базы данных марку рецепта, указывает объем заказа, вводит данные о заказчике. Исходя из заданных объема заказа и корректирующих коэффициентов компонентов, учитывающих, например, их влажность, система автоматически рассчитывает количество замесов и корректирует весовой состав компонентов для каждого замеса. Эти данные передаются приборам, которые и обеспечивают оперативное управление процессом.

В настоящее время бетон и изделия из бетона по-прежнему остаются основным строительным материалом в промышленном и гражданском строительстве. Бетон находит широкое применение в транспортном, энергетическом и сельском и жилищном строительстве.

Основные фонды предприятий металлургической промышленности, которыми в Новокузнецке является объединённый Западно-Сибирский металлургический комбинат, алюминиевый и ферросплавный заводы, существенно изношены и требуют их обновления.

Никакое обновление невозможно без строительства новых и реконструкции существующих зданий и сооружений, для чего потребуется большое количество бетона и изделий из него.

В предлагаемом проекте применены двухвальные бетоносмесители, которые обеспечивает получение наиболее однородной смеси за более короткий период смешивания, тем самым они являются наиболее экономичными и долговечными смесителями принудительного действия. Благодаря синхронному вращению валов смесителя удастся добиться обволакивания цементом каждой частицы песка и заполнителя.

Проектируемое предприятие позволяет исключить дефицит поставок товарных бетонных и растворных смесей на строительные площадки города, а также на заводы по изготовлению бетонных и железобетонных изделий.

Анализ полученных проектом технико-экономических показателей позволяет сделать вывод о целесообразности строительства такого предприятия в Новокузнецке.

ПОЛУЧЕНИЕ ВСПУЧЕННОГО ПЕРЛИТОВОГО ПЕСКА ДЛЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Губанова Е.М.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Вспучивающиеся горные породы и минералы используются как эффективный теплоизоляционный материал. В дипломном проекте выбрана технология производства вспученного перлитового песка с термоподготовкой в барабанной и обжигом в вертикальной шахтной печи.

Ключевые слова: перлитовая порода, вспученный перлитовый песок, шахтная печь, барабанная печь, обжиг.

Неорганические теплоизоляционные материалы повсеместно используются в строительстве. Изделия на основе вспученного перлита – теплоизоляционные, не дающие усадку в стеновых панелях, при этом негорючие и экологически чистые. Вспученный перлит производится из вулканической алюмосиликатной горной породы путем ее дробления, фракционирования и термической обработки.

Наибольшее количество вспученного перлита в мировой практике применяют в формованных теплоизоляционных изделиях (около 60 %). В качестве связующего используют различные продукты: цемент, гипс, битум, жидкое стекло. Такие изделия выпускают и в России.

Вспученный перлит используют в приготовлении клеящих и шпаклевочных смесей, самовыравнивающих полов, растворов для проведения ремонтных работ, в устройстве «теплых» полов и пр. Теплопроводность смесей в среднем составляет 0,2 Вт/(м·°С). По типу связующего перлитные составы классифицируются на цементно-перлитные, гипсо-перлитные, известково-перлитные.

Вспученный перлитовый песок марки 150 (ГОСТ 10832-2009) используют при изготовлении легких бетонов, тепло- и звукоизоляционных материалов и изделий, штукатурных растворов, сухих строительных смесей, а также в качестве теплоизоляционных засыпок при температуре изолируемых поверхностей от минус 200 °С до плюс 875 °С. Предназначен для изготовления теплоизоляционных и акустических материалов и изделий, для применения в качестве эффективного заполнителя теплоизоляционных бетонов и растворов, а также теплоизоляционных засыпок, отвечающих современным требованиям строительства.

По ГОСТ 16381 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования» вспученный перлитовый песок относится:

- по структуре – к пористо-зернистым;
- по форме – к сыпучим;
- по виду исходного сырья – к неорганическим;
- по теплопроводности – к классу А (теплопроводность не более 0,058 Вт/[м·°С]);
- по плотности – к легким (менее 350 кг/м³);
- по возгораемости – к несгораемым.

Основой технологии переработки перлитов является процесс вспучивания, который влияет на структуру и свойства. Способность пород и минералов вспучиваться при высоких температурах объясняется тем, что порода при этом размягчается, а содержащаяся в ней в растворенном состоянии вода переходит в пар, который и вспучивает размягченную массу.

Получение сырья предусматривается с Мухор-Талинского месторождения. Перлит Мухор-Талинского месторождения имеет флюидально-перлитовую структуру. Химический состав, % по массе: SiO₂ – 70,5; Al₂O₃ – 15,22; Fe₂O₃ – 1,48; CaO – 0,3; MgO – 0,43; Ka₂O+Na₂O – 6,39; SO₂ – 0,24; п.п.п. – 5. Минералогия перлитов состоит из вулканического стекла (90...95%) с включением полевых шпатов, кварца, плагиоклаза и других минералов. Перлит бесцветный с показателем преломления 1,505 ± 0,003. Средняя плотность породы в куске 2210—2320 кг/м³, насыпная плотность дробленной перлитовой породы 2000 кг/м³ (фракция 1,25...2,5 мм).

Производство вспученного перлитового песка организовано по технологической схеме с обжигом в шахтной (вертикальной) печи во взвешенном состоянии, топливо – природный газ. Термоподготовка – в наклонной вращающейся барабанной печи. Предварительная термоподготовка способствует уменьшению растрескивания частиц перлита при вспучивании, и, как следствие, уменьшает водопоглощение.

Технология получения вспученного перлитового песка включает следующие основные операции:

- 1) дробление породы и рассев по фракциям;
- 2) термоподготовка фракционированного сырья;
- 3) вспучивание;
- 4) складирование готовой продукции.

Дробление и рассев перлита осуществляется непосредственно на централизованном дробильно-сортировочном заводе при карьере.

Доставляется фракционированная порода по железной дороге в отделение приема и ленточными конвейерами и элеватором подается в силос емкостью 363 м³.

Из силоса сырье тарельчатым питателем выдается на ленточный конвейер и подается в отделение вспучивания. Далее сырье ленточным элеватором загружается в расходный бункер из которого дозируется и равномерно подается по загрузочной точке во вращающуюся печь термоподготовки.

Печь термической подготовки устанавливают в одном потоке с печью

вспучивания перлита выше ее загрузочного устройства.

В процессе термоподготовки перлитовая порода проходит первую стадию термообработки: подсушивается до требуемой для вспучивания оптимальной влажности и одновременно подогревается до температуры 300 – 400°C. Содержание химически связанной воды в прошедшем термоподготовку сырье не должно превышать 1%.

Вспучивание перлита осуществляется при температуре 900-1000°C. Порообразователем служит вода, которая переходя из твердого в парообразное состояние увеличивается в объеме.

Подготовленное сырье после термоподготовки поступает в вертикальную печь вспучивания. Мелкие частицы перлита, через загрузочные воронки, попадая в поток раскаленных газов, движущихся снизу вверх, вспучиваются сразу и уносятся в циклоны .

Из циклонов вспученный перлитовый песок поступает в силосы склада продукции.

Во вспученном состоянии перлит представляет собой светлый сыпучий материал в виде мелких зерен с высокопоризованной структурой. Общая пористость, включая межзерновые пустоты составляет 90 - 98%. Частица вспученного перлитового песка показана на рисунке 1.

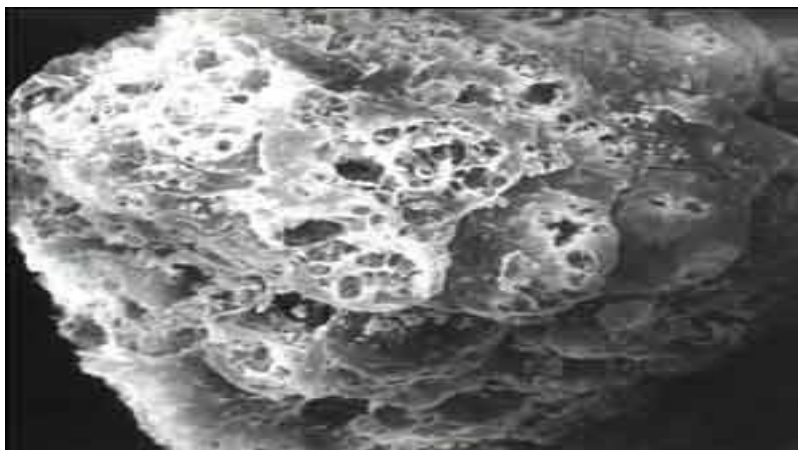


Рисунок 1 – Вспученный перлитовый песок

Складирование продукции осуществляется в 2-х силосах. Осадитель и циклоны расположены на первом силосе. Во второй силос конвейером подается мелкая фракция вспученного перлитового песка из II-ой ступени осаждения. Для защиты воздуха от загрязнения вредными выбросами в проекте предусмотрено отделение газоочистки

Полученные показатели свидетельствуют о целесообразности строительства цеха по производству вспученного перлитового песка в г. Новокузнецке. Высокие теплоизоляционные свойства, при простоте технологии и огромных запасах сырья определяют развитие этого материала.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ «МЕХАНОСБОРОЧНЫЙ ЦЕХ СРЕДНЕГО МАШИНОСТРОЕНИЯ»

Агапов О.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешин Н.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: NK0501@mail.ru*

Современное строительство зданий различного назначения широко использует металлоконструкции. Их применение связано с высокой прочностью металла и технологичностью изготовления конструкций из него. В основном они используются в качестве несущих элементов, создающих каркас здания - опор и балок.

Со временем планируется значительное увеличение несущих способностей металлоконструкций и металлоэлементов. Для этого ведутся разработки по упрощению их соединения. В будущем будут использоваться новые материалы для производства металлоконструкций, стойких к коррозии и агрессивному воздействию окружающей среды.

Ключевые слова: металлические конструкции, ступенчатая колонна, стропильная ферма, подкрановая балка, решетчатый прогон, теплая легкая кровля, свайный фундамент, программный комплекс SCAD.

Здание механосборочного цеха среднего машиностроения имеет прямоугольную конфигурацию, размеры в плане 72×48 м. Одноэтажное, без фонарей двух пролетное, ширина пролета $L=24$ метра, шаг поперечных рам $B=12$ метров. В пролётах действуют мостовые краны: по 2 крана в каждом пролете грузоподъемностью 10т.

Жесткость здания в поперечном направлении обеспечена рамами, образованными колоннами с жёсткой базой и стропильными фермами с жёстким закреплением с колонной. В продольном направлении жесткость обеспечена стальными связями в верхней и нижней части колонны, так же системой покрытия.

Стеновое ограждение выполнено из бескаркасных трехслойных панелей, типа «сэндвич». Цокольная панель принята из керамзитобетона.

Кровля механосборочного цеха плоская, с уклоном 0,15%, тёплая, лёгкая. Основанием кровли служит профилированный настил, укладываемый по прогонам. Несущие конструкции кровли - стропильные металлические фермы с параллельными поясами.

Надкрановая часть колонны выполнено из сварной двутавровой балки. Подкрановая часть колонны изготовлена из широкополочного двутавра №26Ш1 и решетки из равнополочного уголка №50. Материал колонн - сталь С285.

Опорные плиты привариваются к стержню колонны на заводе. Сопряжение колонны с фундаментом - жесткое, а с фермой - шарнирное. Ферма опирается на опорный столик, толщиной 40 мм и крепится к колонне на болтах.

Стропильная ферма принята длиной 12 м металлической с параллельными поясами из широкополочных двутавров №20К1 и решёткой из гнутосварных труб. Материал поясов - С285, решетки - С255. Высота фермы 3150 мм. Монтажные соединения фланцевые, соединения решетки к поясам – безфасоночные.

Применение стальных ферм в качестве несущих конструкций покрытия значительно снижает расход стали по сравнению с балками и дает возможность использовать межферменное пространство для установки вентиляционного оборудования.

Подкрановая балка выполнена из сварной двутавровой балки высотой 1200 мм с тормозной конструкцией в виде листа из рифленой стали толщиной $\delta=6$ мм и швеллера №36. Для подкрановой балки выбрана сталь С255.

Решетчатый прогон изготовлен из швеллера №14П и швеллера №12П, сталь марки С245.

Фундаменты под колонны каркаса выполнены в виде монолитных железобетонных ростверков на свайном основании.

Свайный ростверк принят из бетона класса В15. Высота ростверка 850 мм. Сваи выбраны квадратные забивные висячие, длиной 10м.

Расчет металлических конструкций выполнен на действие вертикальных постоянных, снеговых, крановых, ветровых нагрузок и сейсмического воздействия с помощью расчетного комплекса SCAD.

Результатом расчета металлических конструкций является определение усилий в элементах каркаса и усилий на фундаменты.

Комплекс SCAD используется при расчете и проектировании конструкций различного вида и назначения. Имея в своем составе развитые средства подготовки данных, расчета и анализа результатов, он не накладывает практических ограничений на размеры и форму проектируемых сооружений. Вместе с тем для инженера-проектировщика не менее (а во многих случаях и более) важными являются «простые» задачи, решение которых занимает у него заметную часть времени. Проверка сечений элементарных балок, сбор нагрузок на элементы конструкции, определение геометрических характеристик составных сечений - вот далеко не полный перечень такого рода рутинных проектных задач.

В целом, использование металла в строительстве приводит к значительному снижению веса здания и уменьшению нагрузки на фундамент. Он может быть выполнен менее массивным, является надежным и экономичным. Использование современных программных комплексов для проектирования зданий и сооружений помогает проектировщику более эффективно использовать свое время и знания.

ОПОЛЗНИ, ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ

Тюменцев В.И.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail forsnasha@yahoo.com*

Рассматриваются условия развития оползней. Представлено описание механизма развития глубокого оползня, формирование которого связано с возникновением предельного состояния под возрастающим давлением верхних пластов грунтовых отложений. Рассмотрены факторы, определяющие активность оползней.

Ключевые слова: глубокие оползни, механизм оползня, предельное состояние, мониторинг местности.

Оползень – это геологическое тело, представленное смещенными горными породами, сформировавшееся в результате развития на склоне оползневого процесса (рисунок 1).

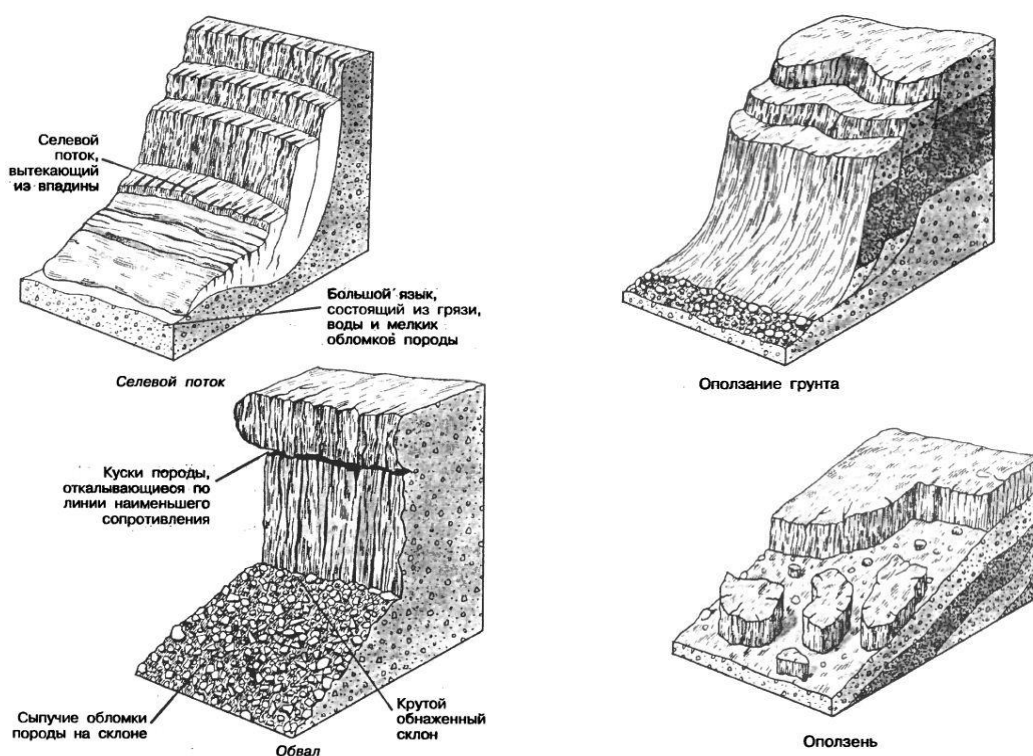


Рисунок 1 - Механизм оползня

В настоящее время существует более 100 классификаций оползней.

Оползни, возникающие на платформенных урбанизированных территориях, можно подразделить на три основных типа:

1. блоковые, фронтальные оползни сжатия - выдавливания (преобладающий механизм развития деформаций при формировании оползня - грави-

тационное сжатие деформирующегося горизонта под весом покрывающих пластов массива);

2. оползни сдвига-скольжения (преобладающая схема формирования и развития деформаций в массиве – сдвиг (срез) покровных масс по наклонной кровле коренных пород, по плоскостям напластования, по слабым прослоям, соскальзывание неуравновешенных грунтовых масс с крутых уступов;

3. оползни разжижения-течения; здесь оползнеобразующим фактором является силовое воздействие подземных вод, вызывающее увеличение порового давления в грунтах с частичным или полным их разжижением и смещение водонасыщенных грунтовых масс вниз по склону.

Под оползневой процессом понимается нарушение равновесия грунтового массива, его деформирование под воздействием неуравновешенных сил, отделение части массива трещиной растяжения (потенциальной или действительной «стенкой срыва») и движение образовавшегося оползневого тела по поверхности скольжения без потери контакта с несмещаемым ложем.

Причины возникновения оползней:

- активизация оползневого процесса происходит на участках, где грунты находятся в предельном состоянии;

- активизация оползневых деформаций начинается с оседания грунтового массива;

- развитие оползневого процесса на участках активизации деформаций имеет типичные черты, характерные для блоковых оползней сжатия-выдавливания, с деформированием в фазу основного смещения всего склона на участке, с угрозой для близрасположенной инфраструктуры.

Одним из основных вопросов в исследовании оползней является выявление механизма их образования и развития.

Механизм оползневого процесса включает механизм формирования оползня, важнейшими элементами механизма являются напряжения, деформации и время [1, С. 9-13; 2, С. 12-14]. Существенным фактором при определении напряжений является выбор расчетной модели грунтового основания [3, С. 25-48].

Использование только механизма смещения оползня с отдельными элементами механизма формирования не позволяет в полной мере охарактеризовать механизм оползневого процесса при классифицировании оползней.

Для предотвращения появления оползневых процессов необходимо организовать систему мониторинга и проводить необходимые защитные мероприятия.

Мероприятия разрабатываются на основе результатов анализа оползневой обстановки, расчетов устойчивости, степени подверженности участка размещения объекта оползневому процессу, предусматривается комплекс инженерно-технических и охранно-ограничительных мероприятий, направленных на предотвращение возникновения, развития и активизации оползневого процесса, защиту людей, инженерных сооружений и территории от

оползней, а также своевременное информирование органов исполнительной власти, органов местного самоуправления об угрозе активизации оползневого процесса с целью обеспечения сохранности территории, безопасного функционирования объектов, расположенных на ней.

На всех этапах осуществления предлагаемых мероприятий необходима организация мониторинга оползневого процесса с контролем напряженно-деформированного состояния оползнеопасных грунтовых массивов, в том числе опасности активизации глубоких подвижек, изменений основных воздействующих факторов, эффективности мероприятий и состояния инженерных сооружений.

Библиографический список

1. Казеев А.И., Постоев Г.П., Лапочкин Б.К. Оценка оползневой опасности для хозяйственных объектов (требования к составу работ и информации) // Экология промышленного производства.- 2011.- №3.- С. 9-13.

2. Платонова С.В. Анализ напряженно-деформированного состояния с использованием программного комплекса «PLAXIS» // Инновационное будущее технических наук: сборник статей Международной научно-практической конференции.- Уфа, 2015.- С.

3. Кожевникова С.В. Напряженно - деформированное состояние упруго-пластического основания ленточных щелевидных фундаментов / С.В. Кожевникова, А.П. Криворотов // Монография.- Новокузнецк, 2002.- 213 с.

УДК 622.69

СТАЛЬНЫЕ КАРКАСЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Бронников И.В.

Научный руководитель: Буцук И.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Современные производства размещаются в одноэтажных и многоэтажных зданиях, схемы и конструкции которых разнообразны. В промышленных зданиях на конструктивную схему здания наиболее существенное влияние оказывает технология производства, поэтому конструктивное решение часто полностью определяется габаритными размерами и расположением оборудования, внутрицеховым транспортом, путями перемещения деталей и готовой продукции.

Ключевые слова: железнодорожные рельсы, здание, мостовые краны, каркас, колонны, ферма, подкрановые балки.

В состав ОАО «Евраз ЗСМК» входят производственные мощности легендарного КМК, более семидесяти лет поставлявшего свою продукцию в

разные уголки России и за рубежом. Завод расположен в городе Новокузнецке Кемеровской области, в центральной части Кузнецкого угольного бассейна, на левом берегу реки Томи. Является ведущим производителем рельсовой продукции в России и единственным предприятием, выпускающим трамвайные рельсы.

Основная продукция завода – железнодорожные рельсы, в том числе низкотемпературной надежности, для высокоскоростных магистралей, повышенной износостойкости и контактной выносливости, а также другие элементы верхнего строения железнодорожного пути.

Доля ОАО «Евраз ЗСМК» в отечественном рельсовом производстве составляет около 70%, а в мировом – порядка 9%. Согласно исследованиям Всероссийского научно-исследовательского конъюнктурного института (Москва), ОАО «Евраз ЗСМК» по объемам выпуска рельсовой продукции входит в первую пятерку крупнейших производителей наряду с предприятиями Китая (в городах Аншань, Далянь, Баотоу) и России (Нижний Тагил).

Являясь единственным в стране производителем всей номенклатуры рельсового сортамента и монополистом на рынке трамвайных рельсов, ОАО «Евраз ЗСМК» выступает в качестве генерального поставщика рельсовой продукции для ОАО «Российские железные дороги», объемы железнодорожных перевозок которого впечатляют: 20% мирового грузооборота и 15% мирового пассажирооборота.

В целом, номенклатурный ряд выпускаемой заводом продукции насчитывает более 100 единиц. Это сортовой прокат (круги, лемешная заготовка), заготовка для переката, швеллер, уголок, шары стальные мелющие, лист горячекатаный, коксохимическая продукция, трубная заготовка, а также судосталь для нужд речного судостроения.

С продукцией комбината хорошо знакомы как российские потребители, так и зарубежные: страны Юго-Восточной Азии, Китай, Монголия, КНДР, страны СНГ и Прибалтики.

На современном этапе ОАО «Евраз ЗСМК» динамично развивающееся предприятие, ориентированное на модернизацию производства, повышение качества и расширение сортамента выпускаемой продукции с учетом международных норм и стандартов.

Здание предназначено для разгрузки и складирования заготовок, которые поступают из электросталеплавильного цеха №2 (ЭСЦ-2) на подвижном составе.

На следующем этапе заготовки подаются в печь с шагающими балками, где осуществляется их нагрев. Разогретые до необходимой температуры заготовки по рольгангам поступают через здание печей «Сименса» на рельсобалочный стан.

Здание цеха четырехпролетное, размеры пролетов 18, 30 36 м, одноэтажное с перепадами по высоте, размерами в плане 120x102 м. Шаг колонн переменный 6, 9 и 12 м, отметка низа ферм на колоннах в крайних пролетах

+17,800, в средних пролетах +44,800. В средних пролетах выполнены рабочие площадки на отметках +9,650, +20,965, +35,500.

Здание оборудовано мостовыми кранами грузоподъемностью 500/100 и 320/50 кН режима работы 7К. Отметка головки кранового рельса +12.000м. В средних пролетах установлены подвесные кран-балки грузоподъемностью 32 и 100 кН режима работы 5К.

Конструктивная схема здания - рамно-связевая. Каркас здания в поперечном направлении представляет собой стальную плоскую раму с жестким сопряжением колонн с фундаментом и ферм с колоннами.

Устойчивость здания в поперечном направлении обеспечивается самой рамой, а в продольном направлении - вертикальными связями по колоннам и горизонтальными связями в уровне верхних и нижних поясов стропильных ферм.

Полы бетонные по слою уплотненного грунта.

Стеновое ограждение трехслойные «сэндвич» панели с оконным заполнением. Кровля теплая из трехслойных панелей по прогонам. Утеплитель в стеновых и кровельных панелях принят из минераловатных плит РУФ БАТТС С.

Водосток наружный, организованный, что соответствует нормам, принятым для многопролетных производственных зданий переменной высоты.

Фундамент под колонны – свайный, предназначен для передачи усилий на грунт основания. В качестве основания для свай-стоек принят слой галечникового грунта с песчаным заполнением (томский галечник).

Колонны здания стальные, двухветвевые, сквозного сечения, ступенчатого очертания. Состоят из двух частей – надкрановой (сплошного сечения) с проходом в уровне верхних поясов подкрановых балок и подкрановой (сквозной из двух ветвей, соединенных решеткой). Надкрановая часть колонны представляет собой сварной двутавр. Решетка подкрановой части колонны двухплоскостная, из прокатных одиночных уголков.

Подкрановые балки переменного пролета 6, 9 и 12 м, разрезные, представляют собой стальной сварной двутавр симметричного сечения. Горизонтальные тормозные усилия воспринимает тормозная балка, состоящая из верхнего пояса подкрановой балки, горизонтального листа из рифленой стали толщиной 6 мм и швеллера № 18.

Ферма представляют собой шарнирно-стержневую конструкцию. Во всех пролетах здания применены фермы с параллельными поясами, уклон фермы 10%. Несущие элементы фермы: верхний и нижний пояса, опорный раскос и прочие элементы решетки - выполняют из стальных прокатных уголков парного сечения, соединенных между собой прокладками.

Определение усилий в элементах поперечной рамы выполнено с помощью расчетного комплекса SCAD, позволившего уменьшить трудоемкость статического расчета с учетом сейсмических воздействий и подобрать экономическое решение основных несущих конструкций.

В целях обеспечения безопасности и экологичности произведен анализ вредных и опасных производственных факторов. Наличие в здании средств обеспечения пожарной безопасности, электробезопасности, молниезащиты говорит о высоком уровне культуры труда и о минимизации рисков возникновения чрезвычайных ситуаций. Важными направлениями экологизации промышленного производства следует считать:

1) совершенствование технологических процессов и разработку нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;

2) замена токсичных отходов на нетоксичные;

3) замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;

4) применение пассивных методов защиты окружающей среды.

Выброс вредных веществ производится таким образом, чтобы загрязнение воздушной среды не превышало установленных предельно-допустимых концентраций.

Конструкции зданий должны полностью удовлетворять назначению сооружения, быть надежными долговечными, экономичными. Правильный выбор марки стали для конструкций, применение эффективных защитных покрытий, учет коэффициента надежности по назначению при расчетах продляют срок эксплуатации основных несущих конструкций, а применение унифицированных серийных конструкций уменьшают стоимость строительства здания и срок его возведения.

УДК 624.014

ЛЕГКИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Брыков В.С.

Научные руководители: Буцук И.Н., доцент Музыченко Л.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Современное строительство зданий различного назначения предполагает широкое использование легких конструкций заводского изготовления, позволяющих в короткие сроки возводить экономичные, архитектурно-выразительные здания разнообразной конфигурации в плане и по высоте.

Ключевые слова: стропильные фермы, колонны, устойчивость, панели «сэндвич», прогоны, несущие конструкции.

Стальные конструкции легче железобетонных, но тяжелее алюминиевых. Благодаря высоким прочностным характеристикам и однородности структуры сталь применяют в большепролетных и высотных сооружениях

промышленного и общественного назначения. Облегченные стальные строительные конструкции используют для строительства зданий и сооружений с легкими кровлями и стенами с применением легких утеплителей, при этом расход стали существенно сокращается. Облегченные конструкции, как правило, изготавливаются на автоматических поточных линиях заводов металлоконструкций, поэтому трудоемкость их изготовления достаточно низкая. Они поставляются на стройку в полном комплекте (несущие и ограждающие элементы) и быстро монтируются крупными блоками.

Главный недостаток стальных конструкций - подверженность коррозии устраняется эмалевым или полимерным покрытием.

Рост благосостояния россиян, возможность приобрести товары в кредит, желание иметь надежный, комфортный автомобиль иностранного производства, а также необходимость качественного ремонта и обслуживания таких машин создали условия для строительства в крупных городах автоцентров ведущих мировых фирм – производителей. Nissan одна из самых распространенных иномарок как в нашем регионе, так и расположенных рядом областях и строительство автоцентра по продаже и обслуживанию этих машин является необходимым условием гарантии качества приобретенного автомобиля, а для строительного комплекса создается возможность применять легкие металлические конструкции.

Проектируемый автоцентр будет осуществлять полный спектр услуг по продаже и сервисному обслуживанию автомобилей Nissan, включая гарантийный и постгарантийный ремонт. В центре можно будет приобрести оригинальные запасные части и аксессуары к автомобилям Nissan, а также дополнительное оборудование. Помимо продаж и обслуживания автомобилей, центр предложит своим клиентам услуги по страхованию и приобретению автомобилей в кредит, по программе trade-in и лизинг.

Помимо услуг по продаже автомобилей, новый автоцентр имеет в своем активе ещё и развитую и высокотехнологичную сервисную и ремонтную базу с высокой пропускной способностью. Сервисный центр осуществляет весь спектр работ по техническому обслуживанию автомобилей, включая слесарный и кузовной ремонт.

Объемно-планировочное решение здания принято с учетом технологических требований, санитарных и противопожарных норм.

Его общая площадь составляет 3 000 кв. м., на ней располагаются шоу-рум (756 кв.м.), ремонтная зона (1404 кв.м.), мойки, склад запасных частей, ангар для новых автомобилей, площадки для хранения машин, находящихся в ремонте, вместительный паркинг для личных автомобилей, а также стоянка для автомобилей, принятых на trade-in, и вспомогательные зоны и помещения.

Здания автоцентра прямоугольное в плане размером 36х67 м, состоит из двух блоков разноэтажных по высоте. Размеры первого одноэтажного блока составляют 18х30 м, размеры второго двухэтажного блока составляют 48х36 м. Высота первого блока 7,8м; во втором высота первого этажа 4,2 м;

второго 5,5м. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа. Два блока отделены друг от друга температурным швом. Здание без подвала.

На первом этаже расположена зона сервисного обслуживания покупателей (654 м²); участок технического обслуживания (587 м²); ремонтная зона (540 м²) включает в себя кузовной цех и участок окраски автомобилей, а также участки мойки, экспресс – сервиса, кладовые, а также вспомогательные помещения. На втором этаже находятся служебные помещения: офисы, кабинет директора, кладовая запчастей.

Для удобства клиентов центр оборудован кафе, комфортной зоной отдыха, расположенной на 1-ом и 2-ом этажах, которая отделена от участка технического обслуживания остекленной пластиковой перегородкой. Остальные перегородки из гипсокартона толщиной 120 и 150 мм. В компрессорной, электрощитовой и венткамерах предусмотрены кирпичные перегородки толщиной 120 мм.

Нормативная температура (+18) и влажность воздуха (55%) в производственных помещениях создаются путем применения искусственной и естественной вентиляции, а естественное освещение – путем устройством в стенах витражей с алюминиевыми и металлическими переплетами, а также вторым светом.

Наружные стены автоцентра запроектированы из трехслойных панелей «Сэндвич», толщиной 150 мм, принятой на основе теплотехнического расчета.

Кровля – плоская рулонная с уклоном 0,03 %, выполнена по профилированному настилу, уложенному по прогонам. В качестве утеплителя применяются минераловатные плиты толщиной 200мм. В здании автоцентра предусмотрен внутренний водосток.

Конструктивные решения зданий и сооружений приняты исходя из условий обеспечения габаритных схем, обусловленных объемно - планировочными решениями, с учетом эксплуатационных требований, предъявленных как к отдельным конструктивным элементам, так и зданиям, и сооружениям в целом.

Основное производственное здание решено со стальным каркасом. Устойчивость здания в продольном направлении обеспечивается постановкой вертикальных связей между колоннами, а в поперечном – самой рамой.

Колонны – металлические, выполненные из прокатных широкополочных двутавров 40Ш2 из стали марки С 345. Опорные плиты привариваются к стержню колонны на заводе. Сопряжение колонны с фундаментом - жесткое, а с фермой – шарнирное. Ферма опирается на опорный столик, толщиной 40 мм и крепится к колонне на болтах.

Стропильные фермы запроектированы пролетом 12 м и 18 м; выполнены из гнутосварных профилей прямоугольного сечения, с уклоном верхнего пояса $i=0,03\%$, горизонтальным нижним поясом и равномерной треугольной решеткой с нисходящими опорными раскосами. Высота фермы 1,6 м. Монтажные соединения фланцевые, соединения решетки к поясам – безфасоночные.

Применение стальных ферм в качестве несущих конструкций покры-

тия значительно снижает расход стали по сравнению с балками и дает возможность использовать межферменное пространство для установки вентиляционного оборудования.

Фундаменты – монолитные железобетонные свайные ростверки из бетона В15 на сваях стойках марки С30.8, основанием которых является слой галечника аллювиального. Длина сваи назначена из условия заглубления в грунт основания на 500мм.

Армирование подошвы фундамента производится сварными сетками из арматуры класса А400 диаметром 12мм, шаг стержней принят 200мм. Толщина защитного слоя бетона составляет 75 мм. Столб армируется сварными каркасами с продольной рабочей арматурой диаметром 12 класса А400.

Перекрытие выполнено из монолитного железобетона по балкам из прокатных двутавров типа 50Б1, а балки покрытия приняты из двутавров 40Б2. Балки укладываются в тех местах, где сетка колонн составляет 6х6 м и имеют жесткое сопряжение с колонной.

Удобное расположение центра, рациональное расположение помещений, наличие рядом автоцентров других фирм – производителей, предлагаемый спектр услуг по продаже и обслуживанию предоставят возможность клиентам сделать правильный выбор в приобретении автомобиля, а применение легких несущих и ограждающих конструкций существенно снижают стоимость строительства автоцентра и сокращают срок возведения здания.

УДК 725.2

БЛОК ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ГАРАЖЕЙ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Лукьянов Д.А.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Алёшина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lukyanov.nvk@gmail.com*

Блок индивидуальных гаражей в г. Новокузнецке расположен в микрорайоне 45-46 г. Новокузнецка вдоль улицы Ермакова. Каркас здания - монолитный железобетонный. Конструктивные решения приняты на основании расчёта. Проработаны вопросы организации строительного производства, безопасности и экологичности проекта, рассчитана стоимость строительства объекта.

Ключевые слова: блок индивидуальных гаражей, автостоянка, общественное здание, монолитный железобетон

Блок индивидуальных гаражей представляет из себя вытянутое вдоль улицы прямоугольное 3-этажное здание, размером по осям 19,2 x 135,0 м.

Высота подвала - 3,6 м; 1-го этажа - 4,2 м; 2 и 3-го этажа - 3,3 м, высота здания до верха парапета основной части здания $h = 12,0$ м.

Блок индивидуальных гаражей находится в микрорайоне 45-46 г. Новокузнецка и расположен вдоль улицы Ермакова. Со стороны дворового фасада находится пристроенная не изолированная двухпутная рампа, размещение которой стало возможно в связи с большим разрывом между фасадами расположенных вблизи жилых блоков.

По назначению здание можно определить как многофункциональное, наполненное по вертикали помещениями с разным функциональным назначением:

- подвал – подземная автостоянка манежного хранения на 79 маш./мест;

- первый этаж – помещения магазинов промышленных товаров и помещения офисов-бюро;

- второй и третий этажи – надземный гараж-стоянка манежного хранения на 160 маш.-мест;

Большая длина проектируемого здания предполагает условное деление каркаса на три секции, разделенные деформационными швами, совмещенными с антисейсмическими. Конструкция каркаса принята рамно-связевой с вертикальными железобетонными диафрагмами жесткости, воспринимающими сейсмическую нагрузку [1].

Каркас блоков состоит из монолитных железобетонных колонн сечением 400 x 400 мм на всех этажах, монолитных железобетонных ригелей в продольном и поперечном направлении высотой 600 мм, объединенных монолитными железобетонными плитами толщиной 200 мм, монолитными железобетонными диафрагмами жесткости в продольном и поперечном направлении на всю высоту здания толщиной 400 мм.

Фундаментом служит железобетонная монолитная плита из тяжелого бетона толщиной $\delta = 300$ мм, ребристая, с ребрами наверх.

В качестве наружных стен каркасного здания и стен лестничных клеток принято кирпичное заполнение толщиной 250, 380 мм поэтажной разрезки, отделенное от каркаса, что исключает передачу нагрузок, действующих в плоскости при деформации каркаса. Так же, в качестве облицовки, использованы вентилируемые фасады с навесной системой «Альтфасад». Фрагмент фасада здания представлен на рисунке 1.

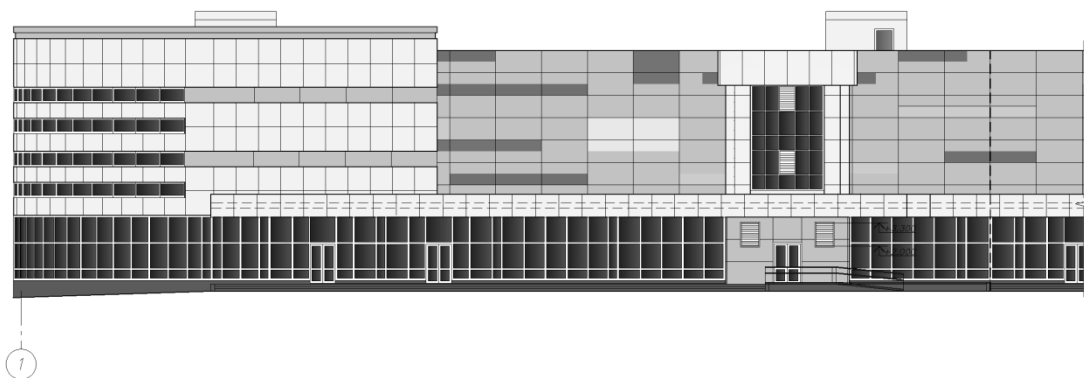


Рисунок 1 – Фрагмент фасада здания

Лестничные площадки и ступени приняты сборными железобетонными, приваренными к металлическим косоурам.

Перегородки помещений запроектированы из полнотелого кирпича толщиной 250 мм.

В конструкции пола выполнена стяжка для выравнивания перекрытий и создания уклонов полов во влажных помещениях.

Кровля плоская, утепленная, с внутренним организованным водосток. Уклоны к воронкам выполняются за счет стяжки.

Для внутренней отделки используются материалы в соответствии с функциональным назначением помещений.

Расчет здания производился с использованием программного комплекса «Stark ES» фирмы «ЕВРОСОФТ».

В соответствии с нормами были определены действующие нормативные и расчетные нагрузки на каркас [2] и по полученным нагрузкам был выполнен статический расчет здания и произведено определение действующих расчетных усилий в несущих конструкциях при расчетной сейсмичности 8 баллов. По полученным расчетным усилиям были рассчитаны монолитные железобетонные несущие конструкции данного здания.

Армирование монолитных железобетонных перекрытий и покрытия толщиной 200 мм выполняются по принципу фоновое армирование. Фоновое армирование представляет собой вязаные верхнюю и нижнюю сетки из арматурных стержней класса А500СП с шагом 200 мм в обоих направлениях, укладываемых по всему полю плиты. К этим сеткам в зонах действия усилий, превышающих усилия, воспринимаемые фоновой арматурой, укладывается дополнительная арматура для обеспечения требуемой несущей способности [3].

Диафрагмы жёсткости на всех этажах армируются вертикальными плоскими сварными каркасами и горизонтальными арматурными стержнями. Диаметр и шаг арматуры приняты по расчету на основное и особое сочетание нагрузок.

На сегодняшний день количество автомобилей в России значительно превышает возможности парковочной инфраструктуры. Не является исключением и Новокузнецк. Далекое не каждому автовладельцу удастся поставить машину на ночь во дворе своего дома или на близлежащей территории, так как количества парковочных мест ограничено. Да и стоимость гаража достаточно высока и чаще всего его расположение не очень удобно для ежедневного использования.

В соответствии с мировой практикой, наиболее эффективным решением является строительство в городской черте подземных и надземных парковочных центров. И самыми распространенными и востребованными среди автовладельцев считаются крытые парковки, которые имеют значительные преимущества по сравнению с размещением машины на улице.

Благодаря удобному расположению и обустроенному трехэтажному паркингу на территории центра обеспечивается повышенный интерес к тор-

говым объектам. Получив торговое помещение в аренду арендатор гарантированно получает значительное число посетителей, количество которых будет только возрастать в ближайшее время. Удобное время работы также способствует привлечению дополнительных клиентов в торговые объекты, размещенные на территории ТПЦ

Библиографический список

1. СП 31-114-2004. Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах. – М.: Госстрой, 2005.
2. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. – М., 2011.
3. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий. – М.: Госстрой, 2003.

УДК 728.2

ВОСЕМНАДЦАТИЭТАЖНЫЙ СБОРНО-МОНОЛИТНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Обанин А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алёшина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, beehanter@yandex.ru*

Восемнадцатипятиэтажный сборно-монолитный жилой дом в г. Новокузнецке расположен в микрорайоне 45-46 г. Новокузнецка вдоль улицы Ермакова. Каркас здания - монолитный железобетонный. Конструктивные решения приняты на основании расчёта. Проработаны вопросы организации строительного производства, безопасности и экологичности проекта, рассчитана стоимость строительства объекта.

Ключевые слова: восемнадцатипятиэтажный дом, жилое здание, монолитный железобетон

Восемнадцатипятиэтажный дом состоит из двух секций, общими размерами по осям 15,05 x 67,36 м.

Высота подвала - 1,6 м; высота вышележащих жилых этажей - 2,5 м.; высота чердачного этажа - 1,6 м., высота здания до верха парапета 53,25 м.

Восемнадцатипятиэтажный дом находится в микрорайоне 45-46 г. Новокузнецка и расположен торцом к улице Ермакова. Со стороны дворового фасада находится площадка для отдыха взрослого населения, детей дошкольного возраста, площадка для занятия спортом, а так же для хозяйственных нужд. Предусмотрена автостоянка на 56 мест, въезд и выезд с которой осуществляется по дорогам с односторонним движением.

Рядом с восемнадцатипятиэтажным домом планируется возведение блока индивидуальных гаражей со стороны улицы Ермакова и школы.

По назначению здание жилое, но так же на первом этаже предусмотренные офисные помещения, вход в которые осуществляется с торцов здания.

Две секции сообщаются между собой в подвальной и чердачной части, для обеспечения доступа к техническим помещениям.

На каждой секции предусмотрены два лифта грузоподъемностью в 1т. каждый, и одна незадымляемая лестница. Вход в лестничную клетку лежит через лифтовой холл. Незадымляемость обеспечивается шахтой дымоудаления, препятствуя задымлению верхних этажей в результате пожара. На первом этаже расположены:

- 4 квартиры;
- 3 офисных помещения;
- утепленный тамбур;
- вестибюль с пандусом;
- помещение для консьержа;
- электрощитовая;

На типовом этаже 6 квартир.

Для внутренней отделки используются материалы в соответствии с функциональным назначением помещений.

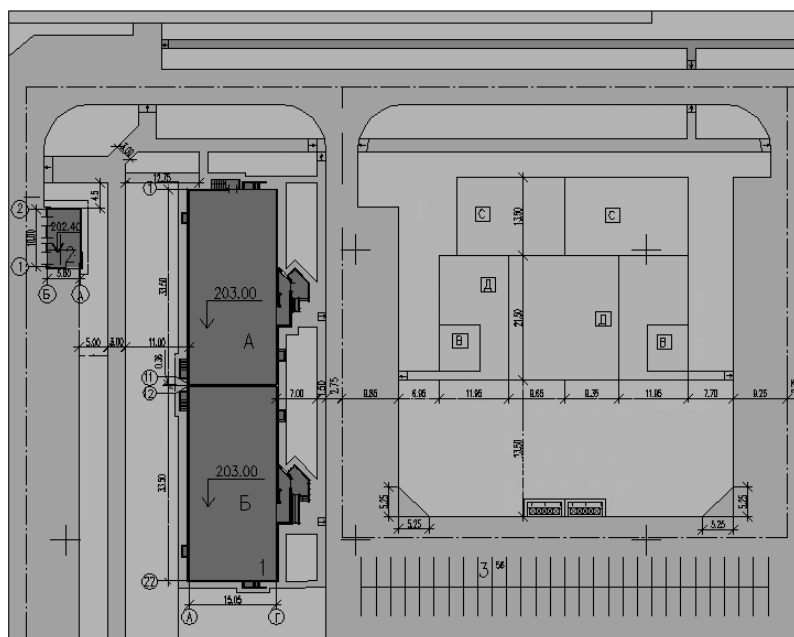


Рисунок 1 - Генплан

В конструкции пола выполнена стяжка для выравнивания перекрытий и создания уклонов полов во влажных помещениях.

Кровля плоская двухуровневая, утепленная, с внутренним организованным водостоком в городскую канализацию. Уклоны к воронкам выполняются за счет стяжки. Выход на кровлю осуществляется через чердачное помещение.

В здании предусмотрен мусоропровод, расположенный на лестничной клетке. Помещение для баков находится под лестничным пролётом первого

этажа, вход с улицы.

Деление на секции проектируемого здания предполагает разделение каркаса деформационным швом.

Надземная часть здания запроектирована из монолитного железобетона с перекрестно-ортогональной конструктивной схемой несущих стен. Устойчивость и жесткость зданию обеспечивают монолитные стены, а также монолитные перекрытия, образующие жесткий диск.

В качестве наружных стен фасада используются навесные трехслойные панели толщиной 300 мм, с эффективным утеплителем.

Внутренние ненесущие стены приняты кирпичными толщиной 250 мм.

В качестве фундамента используется монолитный железобетонный ростверк сечением 750×750 (h) мм на сваях стойках сечением 350×350 мм. Под ростверком устраивается бетонная подготовка толщиной 100 мм.

Фасады окрашены атмосферными красками в 4 основных цвета:



Рисунок 2 – Фасад здания

Расчет здания производился с использованием программного комплекса «Stark ES» фирмы «ЕВРОСОФТ».

В соответствии с нормами были определены действующие нормативные и расчетные нагрузки на каркас и по полученным нагрузкам был выполнен статический расчет здания и произведено определение действующих расчетных усилий в несущих конструкциях при расчетной сейсмичности 8 баллов. По полученным расчетным усилиям были рассчитаны монолитные железобетонные несущие конструкции данного здания.

На основании результатов расчёта подобрана рабочая арматура плиты и стен. Плиты армируются перпендикулярными стержнями класса А400 в

двух направлениях по принципу фонового армирования. Арматура установлена в верхней и нижней зоне, в соответствии с эпюрами моментов. К этим сеткам в зонах действия усилий, превышающих усилия, воспринимаемые фоновой арматурой, укладывается дополнительная арматура для обеспечения требуемой несущей способности.

Стены армируются горизонтальной и вертикальной арматурой класса А400, расположенной симметрично у боковых граней, выполняемой в виде плоских вертикальных каркасов, объединенных в пространственные каркасы с помощью горизонтальных стержней. Обрамление проемов выполнено установкой дополнительных вертикальных каркасов.

Здание запроектировано с учётом норм и правил по проектированию жилых зданий, отвечает требованиям по пожарной безопасности, обладают высокой сейсмостойкостью и простотой монтажа. Предусмотрены условия для проживания людей с ограниченными возможностями.

УДК 699.8

УСТРОЙСТВО ЛЕГКОСБРАСЫВАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ НАДБУНКЕРНОЙ ГАЛЕРЕИ ЗДАНИЯ «ЗСТЭЦ»

Семухин Р.О.

Научный руководитель: доцент Музыченко Л.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: 20solo@kuz.ru*

Вопросы выполнения оценки технического состояния строительных конструкций с учетом современных норм и фактического состояния конструкций, пример устройства дополнительных легкобрасываемых конструкций покрытия надбункерной галереи здания главного корпуса II очереди Западно-Сибирской ТЭЦ в г. Новокузнецк, а также рекомендации по дальнейшей эксплуатации сооружения.

Ключевые слова: легкобрасываемые конструкции, легкобрасываемая кровля, покрытие, надбункерная галерея, Западно-Сибирская ТЭЦ, эксплуатация, коэффициент дефлаграции, раскрываемые швы.

Главный корпус II очереди «Западно-Сибирской ТЭЦ» представляет собой отдельно стоящее четырехпролетное здание каркасного типа, состоящее из четырех температурных блоков. Здание отапливаемое. Шаг колонн 12 м. Колонны каркаса, плиты покрытия и перекрытий - железобетонные. Кровля с внутренним водостоком. Температурные швы расположены по осям 29, 34, 39. Здание включает в себя четыре отделения: турбинное, деаэрационное, надбункерное и котельное отделения.

Надбункерное отделение (галерея) в осях: В' - Г' – пролетом 12м +2м.

Условная отметка пола перекрытия +29,400 (верх железобетонных плит перекрытия +29,370), условная отметка верха покрытия +35,400 (верх железобетонных плит покрытия +35,370).

В настоящее время сейсмичность строительной площадки составляет 8 баллов, на момент проектирования сейсмичность строительной площадки составляла 6 баллов. При статическом расчете сооружения особое (сейсмическое) сочетание стало определяющим для каркаса здания. Снеговая нагрузка на момент проектирования составляла 210 кгс/м², в настоящее время - 240 кгс/м².

Статический расчет сооружения был выполнен на основании составленной из стержней и оболочек пространственной расчетной схемы, методом конечных элементов, на действие уточненных природно-климатических, технологических, сейсмических нагрузок, а также с учетом монтируемых легкобрасываемых конструкций.

Помещение надбункерной галереи относится к категории «Б» по взрывопожарной безопасности, поэтому, для дальнейшей безопасной эксплуатации здания [8, С. 25-26] предусматриваются легкобрасываемые конструкции.

В виду сложного плана покрытия, ЛСК разработаны на отдельных свободных участках, с учетом расположения на покрытии существующих фонарей и помещений мигалок, трубопроводов, железобетонных фундаментов, водостоков и лестниц. Площадь ЛСК принята в соответствии с нормативными требованиями. Для сравнения полученных в результате расчета по отечественным нормам данным, был произведен расчет по Еврокоду 1 [5, С. 15-17]. Разница в полученных результатах требуемой площади легкобрасываемых конструкций составляет 41,03 %. Следует отметить, что в расчете по Еврокоду [5, С. 25-26] учитываются, помимо объема здания, как в отечественных нормах, ещё и его геометрическая форма, давление вскрытия клапанов, давление внутри помещения, концентрация пыли, а также коэффициент дефлаграции.

По краям участков ЛСК необходимо предусмотреть раскрываемые швы (для сброса ЛСК при повышении давления внутри надбункерной галереи в случае взрыва).

Максимальная допускаемая расчетная нагрузка на принятый несущий профилированный настил Н 57-750-0,8 составляет 245 кгс/м² – при однопролетной схеме пролетом 3,0 м (наихудший случай); 371 кгс/м² – при двухпролетной схеме с пролетами 3,0 м.

По технологическим требованиям, на участках с легкобрасываемой кровлей, допускаемая расчетная нагрузка (от собственного веса кровли, снега или пыли) ограничивается до 120 кгс/м², при этом принятый расчетный собственный вес кровли составляет 51,0 кгс/м².

На легкобрасываемой кровле допустимо кратковременное нахождение одного человека в пределах 3,0 x 3,0 м при необходимости (очистка кровли от снега или пыли). Максимальная высота снегового покрова не

должна превышать 10,0 см.

При выполнении ремонтных работ, обслуживании оборудования, находящегося на покрытии, использовать распределительные конструкции.

Эксплуатирующей организации в обязательном порядке, весной и осенью, проводить осмотры раскрываемых швов с составлением акта осмотра (для контроля целостности швов).

Работы по устройству легкобрасываемых конструкций рекомендуется выполнять при положительной температуре, в сухую погоду, начиная с 42 оси. До выполнения работ по устройству легкобрасываемой кровли необходимо поочередно вскрывать кровлю в ячейках 12 x 12 м до верха железобетонных плит покрытия в соответствии со схемами легкобрасываемых конструкций покрытия. Следует определить места вырезов полков в плитах покрытия вне зоны продольных и поперечных ребер и вырезать полки плит по контуру, если на схемах не указаны иные размеры вырезов. Пробивка отверстий в железобетонных панелях не допускается. В целях безопасности во время вскрытия кровли в каждой ячейке, поочередно, рекомендуется устанавливать (над конвейером отм. +29,400 и проходами вдоль конвейера) переносное укрытие (леса, с площадками).

После очистки покрытия уложить на железобетонные плиты с отверстиями: профлисты узкими частями гофров вниз; пароизоляцию Техноэласт (1 слой); утеплитель из плит Технориф Н40 (t=50мм); утеплитель из плит Технориф Н30-клин (t=70/50мм; 50/30мм; 40/40мм) или каменную вату; утеплитель из плит Технориф В60 (t=30мм); гидроизоляцию Техноэласт ЭПП (1 нижний слой) и Техноэласт ЭКП (1 верхний слой).

Раскрываемые швы (на границах обычной кровли и легкобрасываемой) предусмотрены двух видов: продольные (вдоль стока воды) и поперечные (примыкание легкобрасываемых конструкций к стенам), поперечным и продольным – крепление к стенам аэрационных фонарей и "мигалок".

Участки с легкобрасываемыми конструкциями следует выделить переносными ограждениями. Переносные ограждения, исключающие повреждение кровли, устанавливать на обычной кровле на границе с легкобрасываемой кровлей.

При выполнении ЛСК уклоны кровли выполнять с учетом существующих уклонов. Для создания уклонов использовать клиновидный утеплитель и каменную вату.

Таким образом, дальнейшая безопасная эксплуатация здания главного корпуса Западно-Сибирской ТЭЦ будет обеспечена за счет выполнения в покрытии надбункерной галереи легкобрасываемых конструкций

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс РФ от 29.12.2004 № 190-ФЗ (в редакции 2007 г).
2. Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 года №116-ФЗ (с изм. № 22-ФЗ от

04.03.2013 г.).

3. «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утверждены приказом Ростехнадзора России №538 от 14 ноября 2013 г., зарегистрированы Минюстом России 26 декабря 2013 г., рег. №30855.

4. «Порядок продления срока безопасной эксплуатации технических устройств, оборудования и сооружений на опасных производственных объектах», утвержденный приказом Минприроды России от 30.06.2009 №195.

5. ТКП EN 1991-1-7-2009 (02250). «Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия. Взрывы».

6. СНиП 2.01.02-85* «Противопожарные нормы».

7. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»/МЧС России - М.: 2009.

8. СП 90.13330.2012 «Электростанции тепловые. Актуализированная редакция СНиП II-58-75».

УДК 728.2.011.27

АРХИТЕКТУРНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ДВЕНАДЦАТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ

Спартак И.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mig_nonne@mail.ru*

В работе представлены основные результаты проектирования односекционного двенадцатиэтажного жилого дома в г. Новокузнецке, с металлическим каркасом, с самонесущими кирпичными стенами и монолитным железобетонным перекрытием.

Ключевые слова: проектирование, двенадцатиэтажный жилой дом, металлический каркас, кирпичные стены, монолитное железобетонное перекрытие, устойчивость здания, конструктивный расчет, узлы сопряжения.

Фасад дома выполнен навесной вентилируемой системой «краспан». Общее количество квартир в здании-55. Из них 22 квартиры 2-х комнатные с жилой площадью 42,5 м², 11 квартир 2-х комнатные с жилой площадью 45,5 м², 11 квартир 3-х комнатных с жилой площадью 58 м².

На первом этаже находятся офисные помещения общей площадью 175 м² и магазин с пристроенным зданием, общая площадь 560 м². В плане здание имеет размеры 18,9 х 29,6 м.

Теплоснабжение осуществляется от наружной теплосети. Вентиляция вспомогательных помещений (кухонь и с/у) предусмотрена естественная с

вытяжкой через вентиляционные блоки. Для эвакуации в случае пожара предусмотрена незадымляемая лестница [1].

Здание обеспечено канализацией, предусмотрен внутренний водосток ливневых вод, уборка мусора за пределы города. Вокруг жилого здания устраивается проезд с автостоянками для машин [2]. На участке размещена площадка для игр и отдыха детей и взрослых.

В поперечном направлении устойчивость здания обеспечивается рамно-связевой схемой, путем рам с жестким сопряжением балок с колоннами и системой связей. В продольном направлении устойчивость обеспечивается связевой схемой.

В конструктивной части произведен расчет основных несущих конструкций каркаса - главные балки, второстепенные балки и колонны. Расчеты выполнены по методу конечных элементов в системе SCADSofT.

Распределенную нагрузку прикладывали на перекрытие, предварительно раздробив его так, что бы нагрузки передавались к балкам. Ветровую нагрузку прикладывали к колоннам с учетом ширины грузовой площади [3].

В результате конструктивного расчета приняли колонну двутаврового сечения 40К1, балки двутаврового сечения, главные балки 20Ш1 и 25Ш1, второстепенные 20Б1 [4].

На рисунке 1 представлено решение рамного узла, жесткое сопряжение колонны и главных балок. Усилия от балки к колонне передаются через горизонтальные и вертикальные накладки.

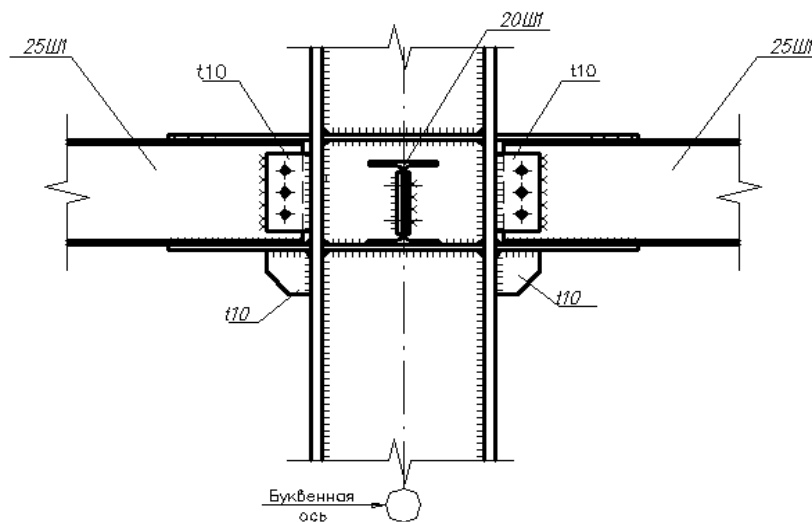


Рисунок 1 - Узел сопряжения главных балок с колонной

На рисунке 2 показано шарнирное решение примыкания второстепенных балок к колонне и к главным балкам. Крепление осуществляется на болтах.

Так же в программном комплексе SCAD рассчитана монолитная ж/б плита перекрытия, толщиной 160 мм (рисунок 3). Плита изготавливается из бетона В15, армируется в соответствии с эпюрами изгибающих моментов, при этом сетки с рабочей арматурой в 2-х направлениях устанавливаются в нижней зоне плиты и опорные скобы в верхней зоне [5, 6].

Фундаменты определяются существующими инженерно-геологическими и гидрогеологическими условиями, нагрузками, действующими на фундаменты, с учетом условий строительства [7,8]. Жесткое сопряжение колонны с фундаментами обеспечивается установкой фундаментных болтов в плоскости действия момента (рисунок 4).

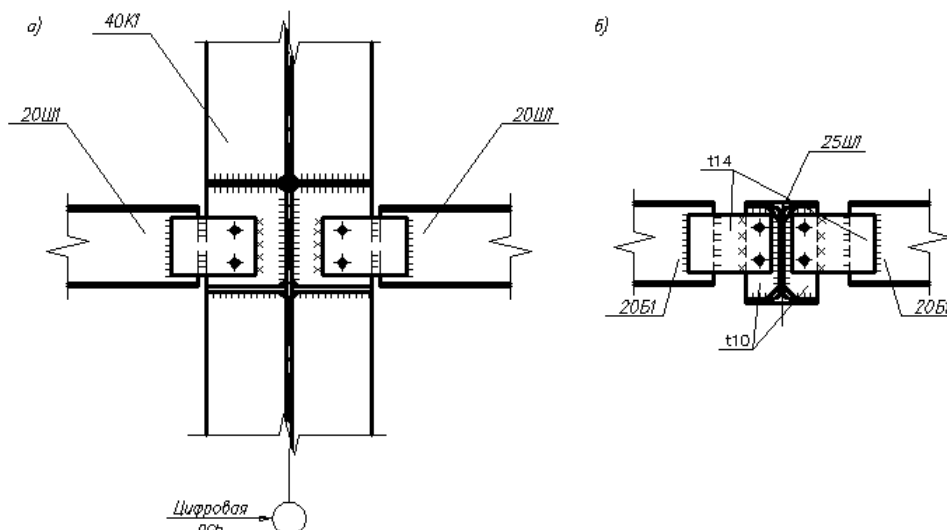


Рисунок 2 - Узлы сопряжения: а) второстепенных балок с колонной; б) второстепенных балок с главной балкой



Рисунок 3 - Армирование монолитной плиты перекрытия

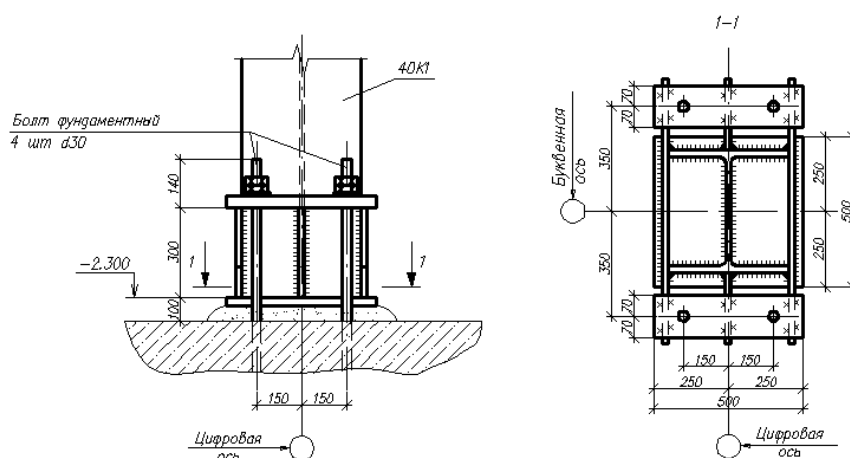


Рисунок 4 - Узел сопряжения колонны с фундаментом

Были выбраны фундаменты на сваях с монолитным ростверком. Свай-стойки, забивные, на метр погружаются в скальный грунт - томский галечник. Отметка подошвы ростверка -3,500м. Фундамент выполняется из бетона В15. Армирование ростверка состоит из пространственных каркасов, сеток из стержней арматуры различного диаметра класса А240, А400. Расчет свайного фундамента выполнен в программе BASE-пк.

Таким образом, архитектурные и конструктивные решения, представленные в данной работе, соответствуют требованиям действующих нормативных документов, включая требования сейсмического строительства, и обеспечивают необходимую безопасность и надежность здания.

Библиографический список

1. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий. Л.: Стройиздат, 1986.
2. СП 54.13330.2011 Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003. – М.: ГосстройРоссии, 2011.- 43 с.
3. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* .- М.: Госстрой России, 2011. – 86 с.
4. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*.- М.: Госстрой России, 2011. – 93с.
5. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.– М.: Госстрой России, 2012.-29 с.
6. Байков В.Н. Железобетонные конструкции: общий курс: учебник для ВУЗов: 5-е изд., перераб. и доп. / Байков В.Н., Сигалов Э.Е.; – М.: Стройиздат, 1991.- 767 с. ISBN
7. Цытович Н. А. Механика грунтов.- М.: Госстройиздат, 1983.
8. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмический районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81*.- М.: Госстрой России, 2011.- 86 с.

УДК 725.4

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ И ГОРНОТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ

Дербичева Н.С.

Научный руководитель: доцент Музыченко Л.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nata.derbicheva@mail.ru*

Объектом проектирования является здание технического обслуживания и ремонта карьерных автосамосвалов и горнотранспортной техники в г. Новокузнецке, представляющее собой одноэтажное промышленное здание

из металлических конструкций. В процессе выполнения проекта были разработаны объемно-планировочное и архитектурно – конструктивное решение здания, выполнен расчет и конструирование колонны, фундамента, стропильной фермы.

Ключевые слова: здание ТО и ТР карьерных автосамосвалов и горно-транспортной техники, архитектурно-строительное решение, расчетно-конструктивное решение, расчет конструктивных элементов здания.

Здание технического обслуживания двухпролетное, с размерами в плане 56 х 72 м. Размеры пролетов 24 и 32м. Здание одноэтажное, со встроенным трехэтажным блоком вспомогательных и административно-бытовых помещений. Шаг колонн 6 м.

Здание оборудовано мостовыми электрическими кранами грузоподъемностью $Q=160/50$ кН и одним мостовым краном грузоподъемностью $Q=50$ кН.

Трехэтажный блок вспомогательных и административно-бытовых помещений имеет размеры в плане 17,5 м х 12,75 м, сетку колонн 6 м х 6 м и высоту этажа 3,9 м.

Каркас производственного корпуса состоит из поперечных двухпролетных рам. Основными несущими конструкциями поперечных рам являются ступенчатые колонны и стропильные фермы. Пространственная жесткость каркаса в продольном направлении обеспечивается постановкой вертикальных связей между колоннами, а в поперечном направлении самой рамой: жесткой заделкой колонн в фундамент и жестким диском покрытия.

Стеновые ограждения и покрытие приняты из легких панелей типа «сэндвич». Кровля совмещенная 2-х скатная. Толщина утеплителя принята 100мм из минераловатных негорючих плит.

Для расчета основных несущих конструкций произведен сбор нагрузок на поперечную раму, выполнен статический расчет рамы и стропильной фермы с учетом сейсмических нагрузок в программном комплексе SCADOffice.

Колонны в здании приняты ступенчатые, выполнены из стали С255 по ГОСТ 27772-88*. Верхняя часть колонны представляет собой сварной двутавр высотой сечения 400 мм. Нижняя часть колонны - сквозная, состоит из двух ветвей, соединенных между собой решеткой из раскосов. Подкрановая ветвь выполнена из прокатного двутавра, наружная ветвь представляет собой швеллер из двух уголков и листа, соединенных между собой на сварке. Высота сечения нижней части колонны 1250 мм. Соединение колонн с фундаментом жесткое, осуществляется с помощью анкерных болтов диаметром 24мм, имеющих анкеровку в фундаменте 750мм и проходящих через анкерные плитки, приваренные к траверсам.

В качестве несущих конструкций приняты стальные малоуклонные стропильные фермы пролетом 24 м и 32 м, представленная на рисунке 1. Стропильная ферма пролетом 32 м с параллельными поясами состоит из двух отпавочных марок. Пояса и элементы решетки выполнены из парных уголков, которые крепятся к фасонкам угловыми сварными швами. Марка

стали для стропильной фермы принята С345 по ГОСТ 27772-88*. Для обеспечения совместной работы уголков по длине элементов фермы предусмотрены прокладки. Соединение стропильной фермы с колоннами жесткое, обеспечивается соединением на болтах, проходящих через фланцы.

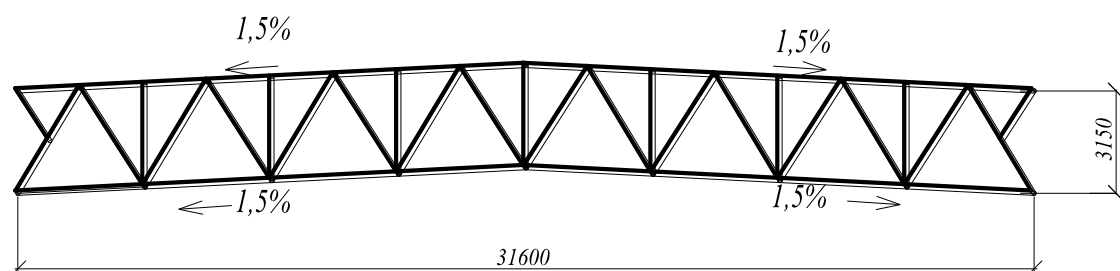


Рисунок 1 – Малоуклонная ферма пролетом 32м

Фундаменты запроектированы на основании данных об инженерно-геологических изысканиях на площадке. В результате анализа для разрабатываемого здания принят ленточный фундамент [5]. В качестве основания под фундаменты принят суглинок полутвердый и мягкопластичный. Глубина заложения фундамента 1,7м. Армирование подошвы осуществляется сварными сетками из арматуры А400 диаметром 10, шаг стержней 200мм. Толщина защитного слоя бетона 40 мм.

На основании полученных результатов расчета и конструирования основных несущих элементов здания можно сделать вывод о целесообразности использования стальных малоуклонных неунифицированных стропильных ферм пролетом 32 м, что позволяет уменьшить расход стали на покрытие, уменьшить необоснованный строительный объем здания, а также сократить расходы на отопление и освещение производственного корпуса.

Библиографический список

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07–85* [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО «ЦПП», 2011.- 81 с.
2. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2-23-81*[Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО «ЦПП», 2011.- 171с.
3. Беленя Е. И. Металлические конструкции. [Текст]: учеб.для вузов / Е.И. Беленя, В.А. Балдин, Г.С. Ведеников и др.; под общ. ред. Е.И. Беленя.- 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 1986 г.- 560с.
4. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений [Текст]: учеб.пособие для студентов строит. специальностей вузов / И.А.Шерешевский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград: Стройиздат, ленинградское отделение, 1979. – 168 с.
5. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83* [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО «ЦПП», 2011.- 162с.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕРЖНЕВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ В МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ В СЕЙСМОАКТИВНЫХ РАЙОНАХ

Лазарева Е.В., Ефимов И.С.

Научный руководитель: доцент Валкнер Э.И.

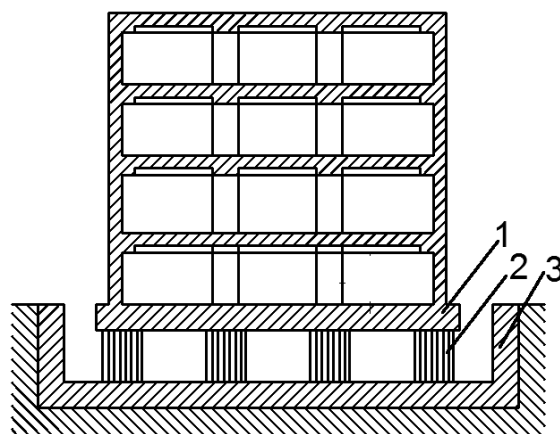
*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lazareva_katerina_rina@mail.ru*

Речь идет о сейсмозащите зданий и сооружений при проектировании и строительстве. Рассматривается техническое решение с использованием зданий с гибким нижним этажом. Для определения целесообразности применения вертикальных арматурных стержней в виде элементов гибкого этажа здания выполнен расчет с использованием ПК Мономах. По результатам расчета произведен анализ.

Ключевые слова: строительство, сейсмоактивный район, сейсмозащита, гибкий нижний этаж, конструктивная схема, вертикальный арматурный стержень, ПК Мономах, деформации, периоды колебаний.

В связи интенсивным развитием строительства в сейсмоактивных районах разработано большое количество технических решений сейсмозащиты зданий и сооружений.

На рисунке 1 показано техническое решение, связанное с использованием гибкого нижнего этажа [1].



1 – надземная часть здания; 2 – гибкие опорные элементы;
3 – подземная часть здания

Рисунок 1 - Здание с гибким нижним этажом

Распространение сейсмической волны от эпицентра происходит концентрично, доходя до конструкций нулевого цикла, оказывает воздействие на них, пучки вертикальных стержней, в свою очередь, расположенные в

конструкциях нулевого цикла способствуют уменьшению сейсмического усилия. За счёт гибкости стержней и их деформативности, действие сейсмического толчка мало оказывает влияние на само здание.

Задачей исследования предложенного конструктивного решения является определение целесообразности использования гибкого нижнего этажа, обеспечивающего несущую способность и устойчивость здания в обычном режиме и в период сейсмического воздействия.

Для решения данной задачи была разработана конструктивная схема многоэтажного многопролётного здания с возможностью выполнения статического и динамического расчёта при помощи ПК Мономах.

Рассматривается каркасное монолитное шестиэтажное здание на естественном основании с фундаментной плитой под всё здание толщиной 500 мм. В подвальном этаже для каждой колонны были вырезаны участки и заменены на вертикальные арматурные стержни в количестве на каждую колонну по 8 штук, расположенные по периметру колонны и по окружности радиусом 150 мм. Расстановка стержней представлена на рисунке 2.

Для обеспечения совместной работы конечных элементов колонны и гибких стержней используется приём, суть которого в том, что стержневые элементы, высотой 1 метр, диаметром 40 мм и жёсткостью $2,06 \cdot 10^7$ кгс/см², закрепляются с помощью горизонтальных стержней высокой жёсткости, соприкасающихся эти стержни с осью колонны в её разрыве. На рисунке 3 представлена конструктивная схема расположения вертикальных арматурных стержней.

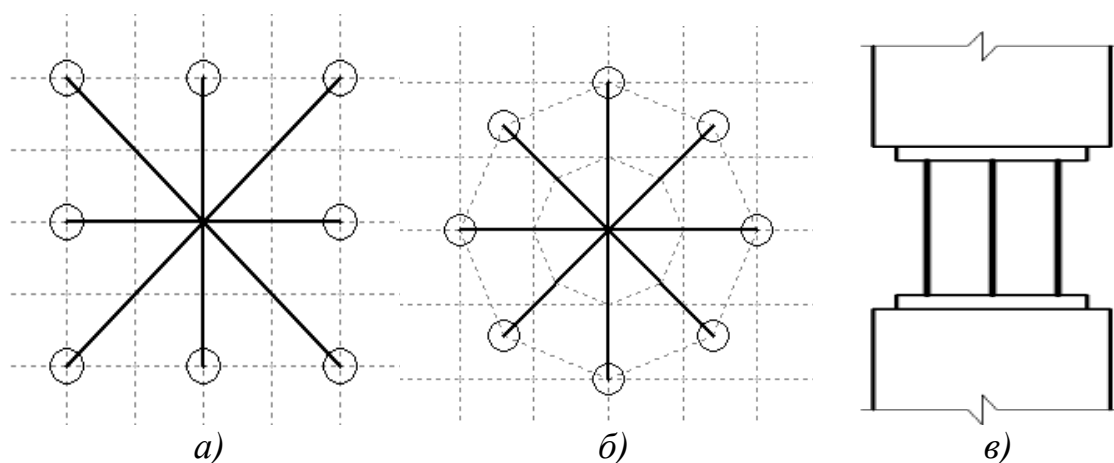


Рисунок 2 – Расстановка стержневых массивов (*a* - по радиальной; *б* - прямоугольной схемам) и *в* - конструктивная схема расположения стержней

Изначально производится расчет без использования данных конструкций сейсмоизоляции. На рисунке 3а представлена схема здания без использования сейсмических опор.

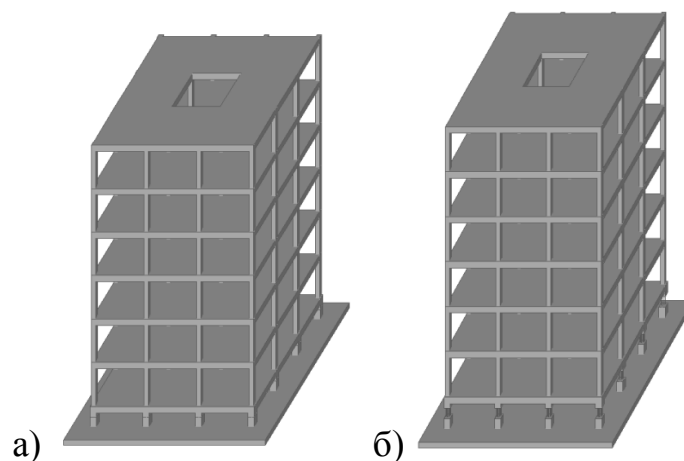


Рисунок 3 - Конструктивная схема многоэтажного здания:
(а - без использования сейсмических опор; б - с использованием)

Впоследствии к данной схеме здания применяются сейсмические опоры и расчет производится совместно с ними. На рисунке 3б представлена конструктивная схема с использованием стержневых конструкций.

В таблице 1 приведены результаты расчетов.

Таблица 1 - Зависимость периодов колебаний от применяемых схем

Форма колебаний	Периоды, с		
	Без сейсмоизоляции	С расстановкой стержней по прямоугольной схеме	С расстановкой стержней по радиальной схеме
1	1,7496	2,2243	2,2747
2	1,6155	2,1204	2,1745
3	1,2120	1,6950	1,7483
4	0,4912	0,7439	0,7636
5	0,4660	0,7053	0,7232

Рассмотрение нормативных графиков коэффициентов динамичности, приведённых в нормах различных стран, показывает, что амплитуды спектральных кривых по мере увеличения периода собственных колебаний убывают [1].

Как показали результаты расчетов при применении сейсмозащиты в конструкциях нулевого цикла периоды собственных колебаний уменьшаются, следовательно, амплитуда тоже уменьшается, что благоприятно влияет на конструкции зданий и сооружений при сейсмических воздействиях.

Топологическая схема здания представлена на рисунке 4. Для определения относительных горизонтальных перемещений были выбраны два узла А и Б. На примере данных узлов было посчитано относительное перемещение верхнего перекрытия здания. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

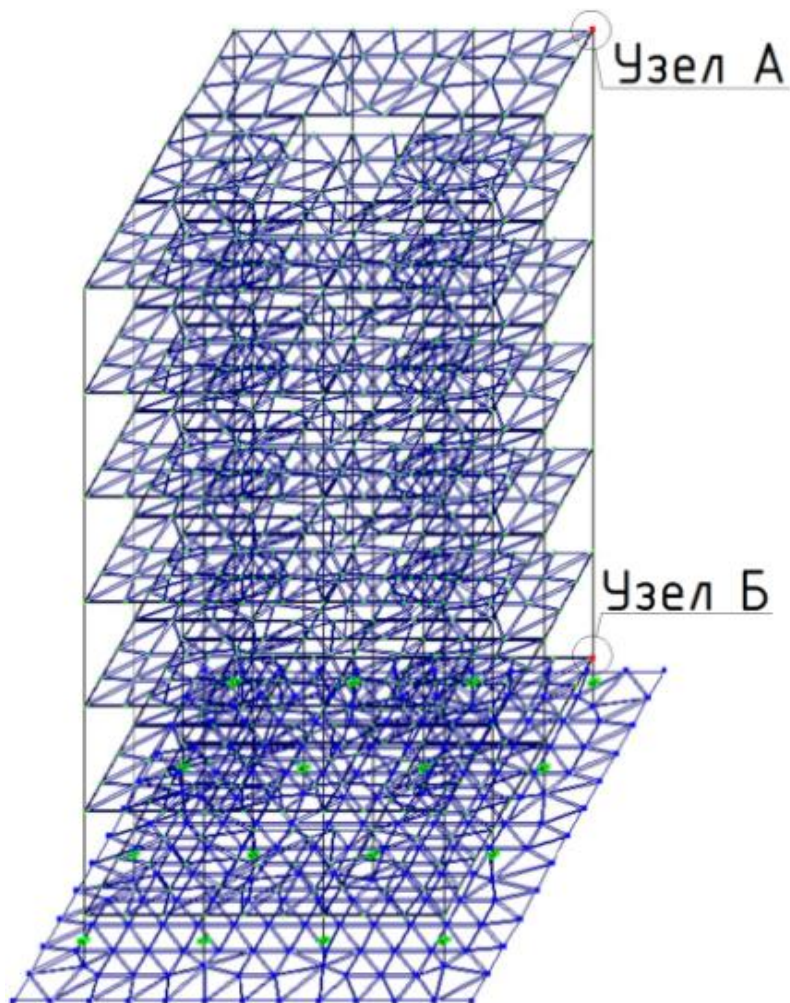


Рисунок 4 - Топологическая схема здания

В таблице 2 можно наблюдать, что относительные горизонтальные перемещения безиспользовании вертикальных арматурных стержней выше, чем с их использованием. При этом следует отметить, что относительные горизонтальные перемещения ниже при радиальной расстановке стержней.

Таблица 2 - Относительные горизонтальные перемещение узлов по оси X, мм

Наименование	Перемещения узлов по оси X, мм		Относительные перемещения
	Узел А	Узел Б	
Без сейсмоизоляции	80,1	3,561	76,539
С расстановкой стержней по прямоугольной схеме	109,181	34,684	74,497
С расстановкой стержней по радиальной схеме	108,884	34,562	74,322

Следовательно, можно сделать вывод, что использование такого технического решения, как здание с гибким нижним этажом наиболее эффективно при расстановке стержней по радиальной схеме.

При этом следует отметить, для уменьшения относительных горизонтальных перемещений нужно применение более гибких стержней, но при этом следует обратить внимание на то, что работа данных стержней должна находиться в линейно-упругой стадии, при этом устойчивость каждого вертикального стержня должна быть обеспечена.

Библиографический список

1. Арутюнян А.Р. Современные методы сейсмоизоляции зданий и сооружений// Инженерно-строительный журнал. 2010. №3. С. 57.

УДК 621.74.06:669.015.5(571.17)

ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЯ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА В г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Лазарева Е.В.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Lazareva_Katerina_rina@mail.ru*

Цель работы – разработка конструктивных решений здания литейного цеха металлургического комбината в г. Новокузнецке.

Ключевые слова: литейный цех, объемно-планировочное решение, архитектурно-конструктивное решение, нагрузки, конструктивный расчет основных элементов каркаса, колонна, фундамент, ферма.

Литейный цех металлургического комбината предназначен для мелко-го стального литья в формы-опоки на конвейере или на плацу.

Объект проектирования представляет собой одноэтажное многопролетное здание с размерами в плане 84 x 91 м. По объемно-планировочному решению схема здания пролетная с тремя параллельными пролетами по 24 м и одним пролетом 18 м (рисунок 1). Шаг колонн по наружным и внутренним осям составляет 12 м. В трех пролетах шириной по 24 м высота от чистого пола до низа несущих стропильных конструкций 14,4 м, а в пролете шириной 18 м - 10,8 м. В месте перепада высот между пролетами предусматривается деформационный шов со вставкой 1 м. В оси 5 предусматривается температурный шов со сбивкой колонн по 500мм от оси.

По типу подъемно-транспортного оборудования здание относится к крановому. Внутрицеховой транспорт: мостовые электрические краны. Гру-

зоподъемность кранов составляет 15 т и 5 т.

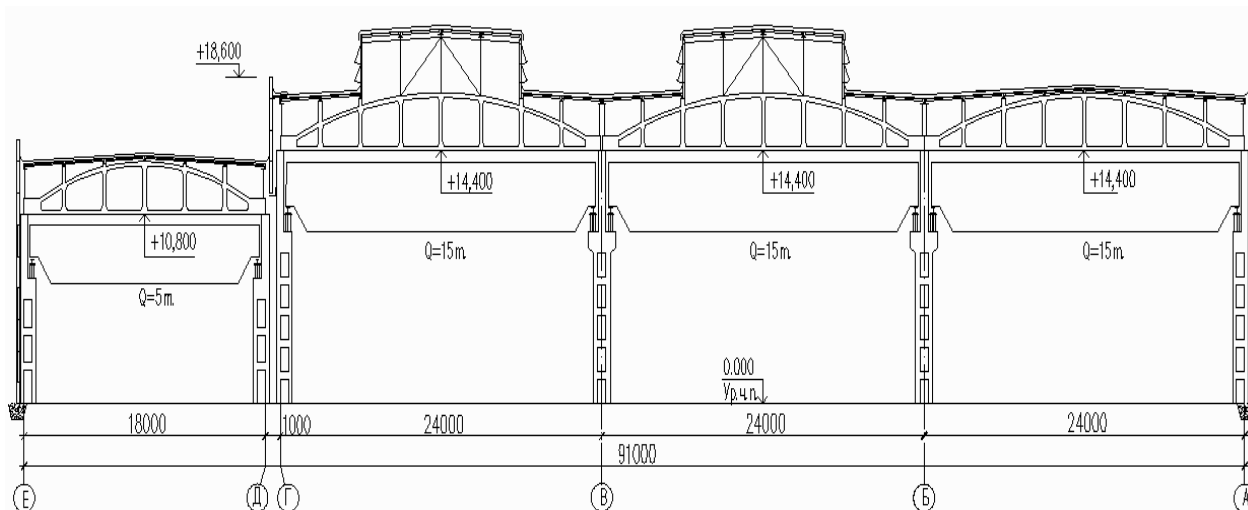


Рисунок 1 – Поперечный разрез здания

Конструктивная система данного одноэтажного промышленного здания – каркасная. В качестве материала для каркаса принят железобетон.

Несущим остовом одноэтажного каркасного промышленного здания служат поперечные рамы и связывающие их продольные элементы.

Поперечная рама состоит из стоек (колонн), жёстко заделанных в фундамент, и ригелей (стропильных конструкций), являющихся несущими конструкциями покрытия, опёртых на стойки каркаса. Соединение колонн со стропильными конструкциями шарнирное.

В продольном направлении жесткость здания обеспечивается жестким защемлением колонн в фундаментах, постановкой вертикальных связей, конструкциями подкрановых балок и жестким диском покрытия.

Для расчета основных несущих конструкций был произведен сбор нагрузок: постоянных и временных [1]. Выполнен статический расчет поперечной рамы литейного цеха в программе ЛВК. При расчете несущих конструкций бетон принят тяжелый, жаростойкий [2].

Колонны в данной работе приняты двухветвевые, расчет выполнен отдельно для надкрановой и подкрановой частей колонны. При этом арматура подобрана исходя из действия момента в плоскости и из плоскости поперечной рамы [3].

Надкрановая часть колонны армируется пространственными каркасами с рабочей продольной арматурой класса А400. Сечение подкрановой части колонны состоит из двух ветвей, каждая ветвь армируется пространственным каркасом, армирование принято симметричное, арматура класса А400.

Армирование распорок принято симметричное, продольная арматура класса А400.

Фундамент под колонны принят свайный, исходя из геологических условий площадки строительства [4]. Подошва ростверка расположена на отметке минус 1,65 м, обрез - на отметке минус 0,15 м. Под ростверк выпол-

нена бетонная подготовка толщиной 100 мм. В свайном кусте принято 5 ви- сячих свай марки С13-35.

Ростверк фундамента выполняется из тяжелого бетона класса В15. Подош- ва армируется сеткой, с рабочей арматурой в двух направлениях. Армирование подколонника выполнено сварными каркасами с рабочей арматурой класса А400.

Железобетонная безраскосная стропильная ферма пролетом 24 м изго- тавливается с предварительно напряженным нижним поясом [4, с. 211-229]. В качестве предварительно напряженной арматуры приняты стержни класса А800 с натяжением на упоры.

Ненапрягаемые элементы фермы армируются пространственными кар- касами с рабочей продольной арматурой класса А400. В узлах фермы преду- смотрены вуты. Узлы фермы армируются окаймляющими стержнями и хому- тами. В опорных узлах предусмотрен пакет сеток косвенного армирования на длине зоны передачи усилия обжатия с арматуры на бетон. Для устройства малоуклонной кровли предусмотрены стойки для опирания плит (рисунок 1).

Таким образом, разработанные конструктивные решения обеспечива- ют необходимую прочность и устойчивость здания, а принятые строитель- ные материалы позволяют использовать полученные решения для производ- ственных процессов в условиях повышенных температур.

Библиографический список

1. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуал. редакция СНиП 2.01.07-85 [Текст].- Введ. 20.05.2011. – Москва: ОАО “ЦПП”, 2011. - 79 с.

2. Андреева Н.Н.. Применение большепролетных пространственных конструкций в покрытии производственного корпуса завода железобетонных изделий в г. Кемерово [Текст] / Н.Н. Андреева, Е.А. Алешина, И.В. Камба- лина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всерос. Науч. Конф. Студентов, аспирантов и молодых ученых/ Сиб. Гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2012.- Ч. III.- С. 104-107.

3. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции [Текст]. – Введ. 01.01.1986. - Москва: Госстрой СССР, 1986.- 94 с.

4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редак- ция СНиП 2.02.03-85 [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО “ЦПП”, 2011.- 86 с.

5. Бондаренко В.М. Примеры расчета железобетонных и каменных конструкций [Текст]: учеб.пособие / В.М. Бондаренко, В.И. Римшин.- Москва: Высшая школа, 2006.- 504 с.

КОСВЕННОЕ АРМИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЦЕХА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ В г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Силантьева А.А.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:silantieva.anastasya@yandex.ru*

Цель работы - запроектировать цех металлических конструкций в г. Новокузнецке. В работе приняты объемно-планировочные и архитектурно-конструктивные решения; рассчитаны и запроектированы несущие конструкции: колонна, фундамент и ферма.

Ключевые слова: цех металлоконструкций, сборные железобетонные конструкции, технологический процесс, планировка, конструктивная схема, несущие элементы каркаса, ограждающие конструкции, сбор нагрузок, конструктивный расчет основных элементов каркаса.

Цех представляет собой одноэтажное двухпролетное здание прямоугольной формы, с размерами в плане 48x120 м. Каждый пролет по 24 м. Высота от чистого пола до низа стропильной конструкции 9,6 м. Шаг колонн 12м.

Цех оборудован мостовыми электрическими кранами с грузоподъемностью 10т. В каждом пролете по 2 крана. В цехе применяется комбинированная система освещения: естественное (через оконные проемы) и искусственное (электрическое). Здание отапливаемое, покрытие малоуклонное с внутренним водоотводом.

В состав цеха входят следующие помещения: склад, участок подготовки металла, участок обработки металла, сварочное отделение, сборочное отделение, покрасочное отделение, склад готовой продукции. Кроме этого, на территории цеха находятся: ремонтно-механическая мастерская, электроремонтная мастерская, электрощитовая, конторское помещение, компрессорная, отдел технического надзора и, в соответствии с санитарно - гигиеническими условиями, предусмотрены санузлы.

Цех имеет каркасную конструктивную систему. Каркас здания выполнен из железобетона. Защемление колонн (стоек) в фундамент жесткое, стропильных конструкций (ригелей) со стойками шарнирное.

Пространственная жесткость и устойчивость в продольном направлении обеспечивается за счет жесткого защемления колонн в фундаментах, установки вертикальных связей и жесткого диска покрытия, а в поперечном - благодаря двухпролетной поперечной раме [1].

В цехе предусмотрены двупольные распашные ворота, окна в два яруса двойного остекления, полы приняты бетонные.

По теплотехническому расчету толщина стены принята 300мм. В каче-

стве утеплителя выбран пенополистирол толщиной 100мм.

При расчете основных несущих конструкций был выполнен сбор нагрузок: постоянных и временных (снеговые, ветровые и крановые) [2].

Статический расчет поперечной рамы выполнен в программе JVK.

В работе приняты колонны сплошные, выполненные из бетона класса В20. Армируются пространственными сетками с рабочей продольной арматурой класса А400 [3]. В консоли колонны предусмотрено косвенное армирование, необходимое для предотвращения образования трещин в месте установки подкрановой балки (рисунок 1).

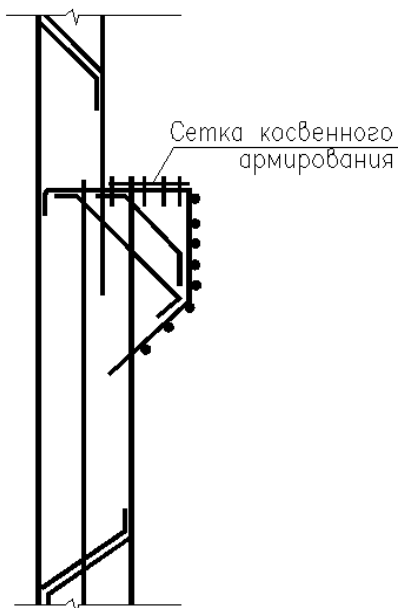


Рисунок 1- Армирование консоли колонны

Фундамент принят свайный исходя из геологических условий [4]. Подошва ростверка армируется сетками с рабочей арматурой класса А400. Подколонник армируется сварными каркасами с рабочей арматурой класса А400. В фундаменте предусмотрено косвенное армирование, которое предотвращает образование трещин, возникающих от распора колонны (рисунок 2).

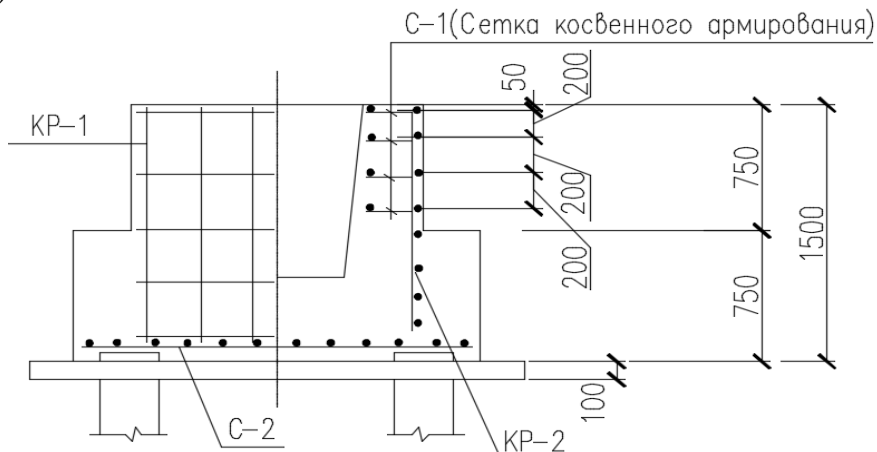


Рисунок 2 - Армирование ростверка

Подошва ростверка находится на отметке минус 1,65м. Высота ростверка 1,5м. Размеры подошвы 2,1х2,1м. Под ростверком предусмотрена бетонная подготовка. По расчету принято 4 сваи марки С13-35.

Ферма выбрана стропильная безраскосная железобетонная длиной 24м. Изготавливается с предварительно напряженным нижним поясом [5]. В качестве предварительно напряженной арматуры приняты стержни класса А800 с натяжением на упоры. Натяжение производится механическим способом.

Ненапрягаемые элементы фермы армируются пространственными каркасами. Для устройства малоуклонной кровли в узлах верхнего пояса фермы предусмотрены стойки для опирания плит. В опорных узлах фермы предусмотрен пакет сеток косвенного армирования на длину зоны передачи усилия обжатия с арматуры на бетон (рисунок 3). Косвенное армирование предотвращает образование трещин в продольном направлении при отпуске арматуры с упоров.

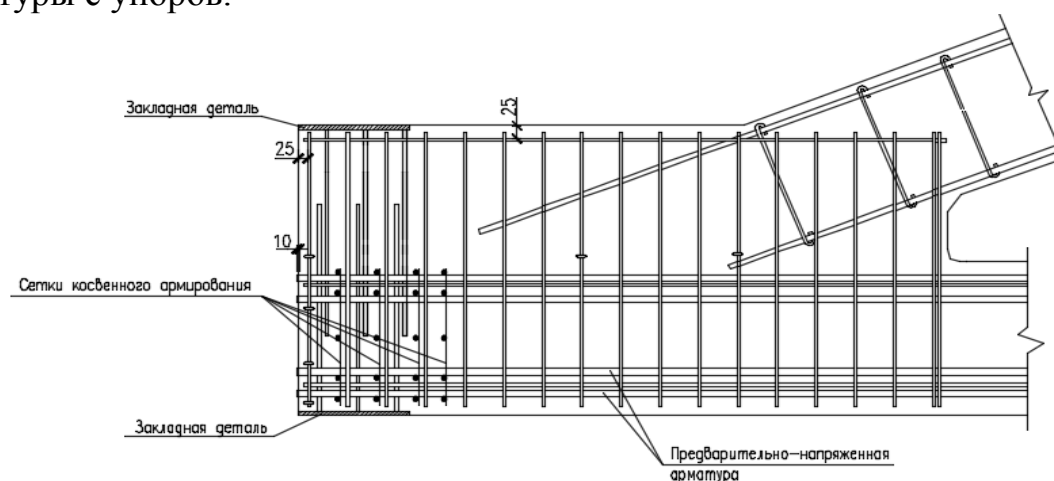


Рисунок 3 - Опорный узел фермы

Таким образом, использование косвенного армирования в местах приложения значительных сжимающих сосредоточенных нагрузок позволяет предотвратить образование продольных трещин в элементах несущих конструкций одноэтажного промышленного здания, что повышает эксплуатационную надежность и долговечность как отдельных конструкций, так и всего здания.

Библиографический список

1. Шидловский К.Ю. Особенности проектирования каркасов одноэтажных производственных зданий в сейсмических районах [Текст] / К.Ю. Шидловский, Н.Н. Алешин, Д.Н. Алешин// Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых.- Новокузнецк: Изд-во СибГИУ, 2005г.

2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО "ЦПП", 2011.- 81 с.

3. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Ос-

новые положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 [Текст]. – Введ. 01.01.2013.- Москва: “Минрегион” России, 2012.-156 с.

4. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО “ЦПП”, 2011.- 86 с.

5. Бондаренко В.М. Железобетонные и каменные конструкции [Текст]: учеб. пособие для строительных специальностей вузов / В.М. Бондаренко, Д.Г. Суворин; под ред. В.М. Бондаренко.- Москва: Высшая школа, 1987. - 384 с.

УДК 628.48:656.072 (571.17)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЯ РЕМОНТНОГО ЦЕХА ПАССАЖИРСКОГО АВТОПРЕДПРИЯТИЯ В г. НОВОКУЗНЕЦКЕ С УЧЕТОМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

Проклушина Д.Е.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Dashutkank@mail.ru*

Объектом проектирования является ремонтный цех пассажирского автопредприятия в г. Новокузнецке, представляющий собой одноэтажное промышленное здание из сборных железобетонных конструкций. В процессе выполнения проекта были разработаны объемно-планировочное и архитектурно-конструктивное решение, выполнен расчет и конструирование железобетонной колонны крайнего ряда, фундамента под крайнюю колонну, безраскосной фермы.

Ключевые слова: цех пассажирского автопредприятия, объемно-планировочное решение, конструктивное решение, конструктивный расчет основных элементов каркаса.

Ремонтный цех пассажирского автопредприятия представляет собой одноэтажное, трехпролетное здание из сборного железобетона с мостовым краем грузоподъемностью $Q = 10$ т. Здание имеет прямоугольную форму в плане с размерами 72,75 х 120 м. Ширина каждого пролета 24 м, шаг колонн 12 м.

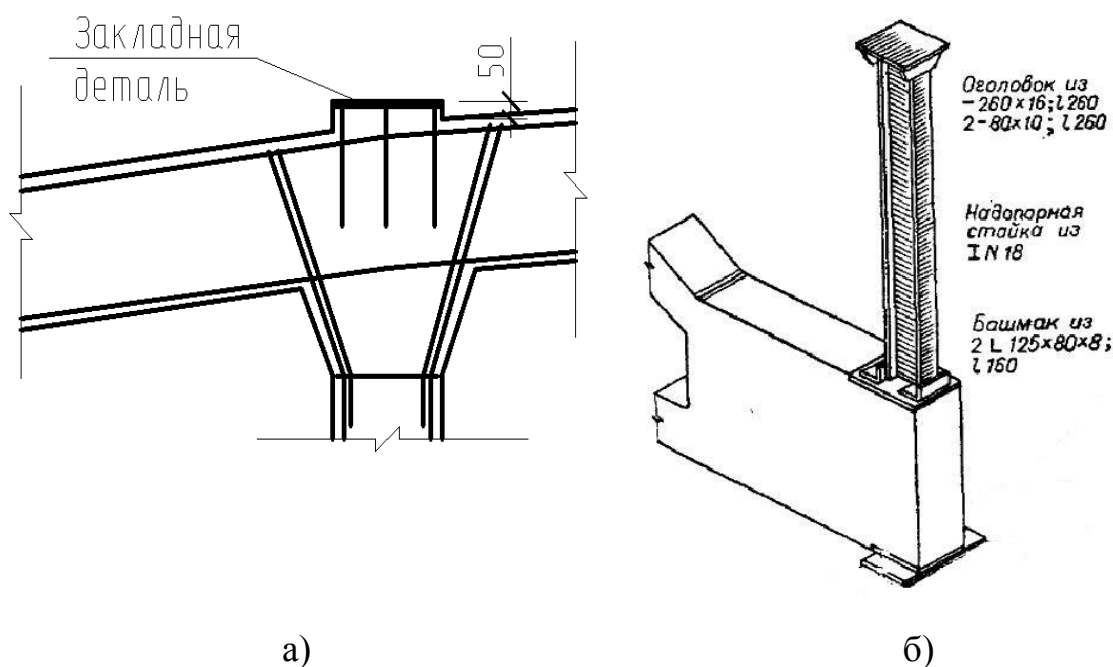
Здание ремонтного цеха - отапливаемое. Стены предусмотрены из трехслойных панелей типа «сэндвич». Панели изготовлены из оцинкованной листовой стали толщиной 0,70мм с утеплителем из негорючих минераловатных плит на базальтовой основе, толщина которого принята на основе теплотехнического расчета. Цоколь здания выполнен из керамзитобетонных панелей. Покрытие – малоуклонное с внутренним водостоком, с верхним слоем из мембраны. В местах с большим значением снеговой нагрузки устраивается малоуклонная кровля для предотвращения образования снеговых мешков [1].

Конструктивная схема данного одноэтажного промышленного здания – каркасная. Материал, используемый для каркаса здания - железобетон.

Пространственная жесткость и устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается за счет многопролетной поперечной рамы. В продольном направлении – за счет жесткого сопряжения колонн с фундаментом, постановки вертикальных связей по колоннам и в межферменном пространстве, за счет жесткого диска покрытия.

Для расчета основных несущих конструкций произведен сбор нагрузок на поперечную раму [2], выполнен статический расчет рамы в программе JVK [3]. Запроектированы колонна крайнего ряда, стропильная ферма и свайный фундамент под крайнюю колонну. Колонны приняты сплошные прямоугольного сечения. Бетон колонн принят класса В25 с армированием из арматуры класса А400 [4].

В качестве несущих конструкций покрытия приняты железобетонные безраскосные стропильные фермы для плоских кровель. Бетон стропильных ферм принят класса В30, арматура - класса А400. Предусмотрено предварительное напряжение нижнего пояса, который заармирован стальными канатами К1400 (К-7) [6]. Для устройства малоуклонной кровли в узлах верхнего пояса фермы (за исключением опорных) предусмотрены бетонные столбики высотой 50 мм с закладными деталями для крепления металлических стоек, предназначенных для опирания плит покрытия (рисунок 1, а). Крепление металлической стойки в опорном узле верхнего пояса фермы представлено на рисунке 1б [7].



а – устройство бетонных столбиков для крепления металлических стоек;
б – крепление металлической стойки для опирания плит покрытия к железобетонной ферме

Рисунок 1 – Узлы верхнего пояса фермы

Фундаменты запроектированы на основании данных об инженерно-геологических изысканиях на площадке. В результате анализа для разрабатываемого здания принят свайный фундамент [5]. Обрез ростверка под железобетонные колонны располагается на отметке минус 0,15 м. Армирование ростверка предусмотрено из сварных плоских сеток и вертикальных каркасов заводского изготовления. Арматура фундаментов принята классов А240 и А400. Бетон принят класса В15. Для предотвращения вытекания цементного молочка под фундаментом предусмотрена подготовка из бетона класса не ниже В7.5 толщиной 100мм.

На основании полученных результатов расчета и конструирования основных несущих элементов здания можно сделать вывод о целесообразности использования железобетонных безраскосных скатных ферм с металлическими стойками для крепления плит покрытия для устройства малоуклонных кровель в одноэтажных промышленных зданиях при строительстве в районах с большими снеговыми нагрузками.

Библиографический список

1. Алешин Н.Н. О недостатках проектных решений и дефектов в конструкциях малоэтажных зданий/ Н.Н.Алешин, Э.И. Валкнер, Л.Н. Музыченко// Новые строительные технологии 2005: сборник научных трудов.- Новокузнецк: СибГИУ, 2005.- 428 с.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО «ЦПП», 2011.- 81 с.
3. Алешин Н.Д., Злодюшкина Д.В., Немцев И.А. Проектирование конструкций цеха ремонта металлургического оборудования в городе Гурьевске с использованием информационных технологий // Эффективные строительные конструкции: сборник статей XII Международной научно-технической конференции.- Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012.
4. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры [Текст]. – Введ. 01.03.2004. – Москва : 2004.- 78с.
5. СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85 [Текст].- Введ. 20.05.2011.- Москва: ОАО «ЦПП», 2011.- 86с
6. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции [Текст].- Введ. 24.05.2004.- Москва: 2004.- 37с.
7. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений [Текст]: учеб.пособие для студентов строит. специальностей вузов / И.А.Шерешевский. - 3-е изд., перераб. и доп.- Ленинград: Стройиздат, ленинградское отделение, 1979.- 168 с.

ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ ПОД МНОГОЭТАЖНОЕ СЕЙСМОСТОЙКОЕ ЗДАНИЕ

Абдуллоев З.З.

Научный руководитель: доцент Валкнер Э.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Плитный фундамент - монолитная железобетонная плита, которая располагается под всей площадью фундамента. Это довольно затратный тип фундамента за счёт больших расходов на земляные работы и строительный материал. Целесообразно его использовать при строительстве небольших домов, в которых сама плита выступает в качестве основания пола.

Ключевые слова: грунтовые условия, виды основания, виды фундаментов, фундаментная плита.

Правильный выбор конструкции подземной части и фундаментов жилого дома зависит от несущей способности грунта и многих других факторов, в том числе от высоты здания, шагов колонн, массы надземной части здания, уровня грунтовых вод, наличия примыкающих конструкций и подземного хозяйства.

Основанием называют массив грунта, расположенный под фундаментом и воспринимающий нагрузку от всего здания. Нагрузка, передаваемая фундаментом, вызывает в основании напряженное состояние и деформирует его. Прочность и устойчивость любого здания зависит, прежде всего, от надежности основания.

Фундамент - строительная несущая конструкция, часть здания, сооружения, которая воспринимает все нагрузки от вышележащих конструкций и распределяет их по основанию. Как правило, изготавливаются из бетона, камня или дерева.

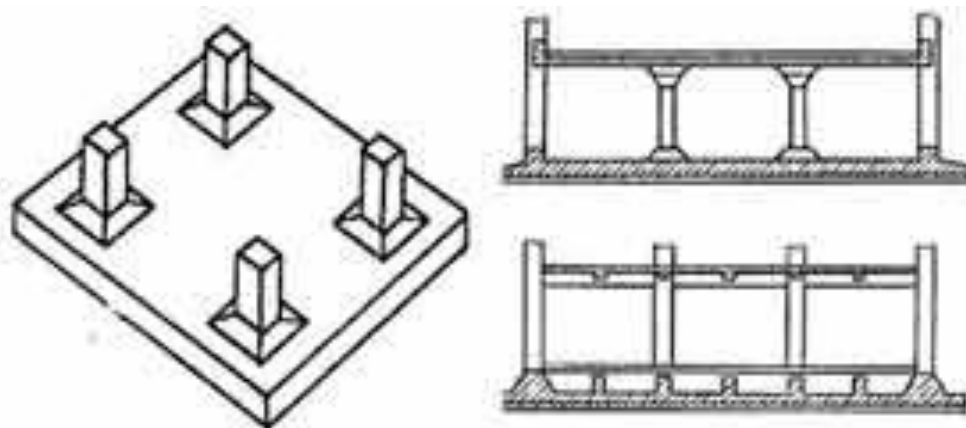


Рисунок 1 – Фундаментная плита

Для строительства зданий применяются ленточные, стальные, столбчатые, свайные и плитные фундаменты. Они бывают сборные, монолитные и сборно-монолитные. Выбор фундамента зависит от сейсмичности местности, грунта и от архитектурных решений.

Плитный фундамент, состоящий из сплошной железобетонной плиты, используют при высоком уровне грунтовых вод на слабых почвах для постройки многоэтажных и высоких зданий. Фундамент устойчив к любым видам деформаций и очень хорошо справляется с вертикальными максимальными нагрузками без значительных потерь его функциональных качеств. Плитный фундамент обладает длительным сроком службы. Такой тип фундамента применяется чаще всего в районах, где есть опасность возникновения землетрясений.

Плитный фундамент используется в случаях:

1. Чтобы избежать неравномерности осадки зданий. Плитный фундамент позволяет перераспределить нагрузки – уменьшить давление на слабых участках почвы и увеличить на сильных участках;
2. При массивности здания, а значит и больших нагрузках;
3. Чтобы разместить технологическое оборудование. Причем в этом случае при модернизации производства перестановка оборудования не влечет за собой реконструкцию плитного фундамента.

Перед началом строительства необходимо расчистить территорию от верхнего слоя почвы, мусора, материалов. Песчаная подушка, используемая в зависимости от типа почвы, уменьшает последствия выпирания грунта.



Рисунок 2 – Подушка под фундамент

Выделяют виды плитных фундаментов таких, как: монолитные железобетонные балочные фундаменты, монолитные железобетонные своды и сплошные плиты, массивные блоки и коробчатые конструкции.



Рисунок 3 – Установка фундаментной плиты

Самой простой конструкцией выступает сплошной плитный фундамент, при котором бетонируется единая монолитная железобетонная с одинаковой по всей поверхности толщиной плита с одинаковым упрочнением.

Библиографический список

1. СП 50-101-2004 Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений.
2. СП 22.13330.2011 «Основание зданий и сооружений».
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://housing.totalarch.com>.
4. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.vosr34.ru/construction/basement/item/228-vidy-fundamentov-klassifikacii-osobennosti-ustroystva>.

УДК 69:004

BUILDING INFORMATION MODEL

Агафонов А.Е., Максимов Ф.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Мельникова И.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: gafon92@gmail.com, f.l.p.s_box@inbox.ru*

Статья посвящена инновационной технологии с помощью которой можно собрать и систематизировать воедино всю информацию об объекте и реализовать его по четкому графику производства работ. В статье расписаны возможности, появляющиеся при использовании BIM технологии, и проблемы, которые можно решить с помощью данной технологии.

Ключевые слова: BIM, технология, проектирование, строительство,

информационное моделирование зданий.

В современных условиях стало невозможным эффективно обрабатывать постоянно увеличивающийся поток информации старыми методами проектирования. И после того, как здание спроектировано и построено, поток информации не прекращается, так как новый объект вступает в стадию эксплуатации.

В связи с бурным развитием информационных технологий в 90-х годах в США, Германии и других Европейских странах возникла принципиально иная концепция в архитектурно-строительном проектировании, заключающаяся в создании компьютерной модели нового здания, несущей в себе все сведения о будущем объекте.

Появилось понятие «Building Information Model», что означает Информационная модель здания.

Что такое BIM (Building Information Model)? BIM технология это нечто большее, чем просто инструмент для проектирования. Такой способ проектирования позволяет смоделировать картину будущего здания во всех деталях и содержит всю информацию о данном объекте, которая необходима для возведения, оснащения, эксплуатации и ремонта данного сооружения.

Информационное моделирование здания это совершенно новый подход к проектированию и возведению объектов. Он предполагает сбор и комплексную обработку информации. Сюда входят архитектурно-конструкторская, технологическая, экономическая, и иная информация о сооружении со всеми ее зависимостями и взаимосвязями. При таком подходе здание рассматривается как единый целый организм.

Определение взаимосвязей, корректная классификация, правильное структурирование, а так же точные данные - это и есть залог успешного информационного моделирования объекта.

Использование информационной модели здания значительно упрощает выполнение многих задач связанных с объектом. Данная модель имеет много преимуществ перед стандартными формами проектирования.

Прежде всего, проектирование в формате информационной модели здания позволяет:

- разным специалистам проектировать свои разделы в одной модели здания и информационном поле,
- видеть всю выполненную работу по объекту с последними корректировками,
- состыковывать и увязывать решения со смежными разделами,
- в виртуальном режиме собрать воедино выполненные разными специалистами и организациями компоненты будущего сооружения,
- заранее проверить жизнеспособность, функциональную пригодность и эксплуатационные качества предложенных решений,
- избежать внутренних нестыковок (коллизий).

Данный способ отличается от традиционных способов компьютерного

проектирования, которые позволяют создавать геометрические образы. В результате информационного моделирования здания выходит объектно-ориентированная цифровая модель всего объекта и самого процесса строительства.

В мировой практике широко известны примеры объектов, при строительстве которых использование BIM технологии, полностью или даже частично, приводило к уменьшению сроков проектирования, строительства и уменьшения бюджета возведение объекта. К примеру – это концертный зал имени Уолта Диснея в Лос-Анжелесе, небоскреб One Island East в Гонконге, олимпийские объекты в Пекине, и другие.

Фактически, BIM в процессе проектирования открывает владельцу больше, чем он будет видеть затем в реальной жизни, потому что BIM показывает полную картину внутренних работ объекта (скрытых работ), а также содержит детальную информацию о материалах, которые планируется использовать, вплоть до информации о производителях и поставщиках. Предварительно, еще до начала стройки, BIM дает возможность владельцу визуально пройти через все здание (сооружение), практически осмотреть каждую мелкую деталь и определить рациональность ее применения. И, наконец, после того как здание фактически построено, владелец сможет извлекать из этого хранилища общей информации различные данные для содержания здания/сооружения на протяжении всего жизненного цикла.

Главные преимущества информационного моделирования:

1. Информационная модель объекта – это не просто графический рисунок, это совокупность элементов модели, наполненных всей информацией, которая позволяет создавать в автоматическом режиме чертежи и отчеты. Она позволяет выполнять анализ проекта, создавать график производства работ, обеспечивает необходимой информацией для процесса эксплуатации.

2. Данная система предоставляет всем участникам: инвесторам (владельцам), проектировщикам, строителям - неограниченные возможности для принятия рационального решения, учитывая все необходимые данные.

3. BIM поддерживает распределенные группы, поэтому все участники могут эффективно использовать всю информацию в процессе всего жизненного цикла объекта. Это исключает избыточность, потерю данных при передаче и преобразовании, повторный ввод и большие вложения при реконструкции, а также позволяет всем участникам пользоваться информацией совместно.

Можно с уверенностью говорить, что «Building Information Model» - это реальный инструмент для развития отрасли.

Библиографический список

1. Козлов И. М. Оценка экономической эффективности внедрения информационного моделирования зданий. – 2010.
2. Autodesk Ecotect Analysis. Visualizesustainable design. – Autodesk, 2011.

3. Возврат инвестиций в технологию BIM. – Autodesk, 2007.
4. Green BIM. How Building Information Modeling is Contributing to Green Design and Construction. – McGraw-Hill Construction, 2010.
5. CRC Constraction Innovation. Collaboration Platform. – Research project № 2007-003-EP.

УДК 624.154.1

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ НУЛЕВОГО ЦИКЛА ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Воробьев В.С.

Научный руководитель: доцент Валкнер Э.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Сваи – железобетонные стержни, которые заглубляют в грунт в основании зданий и сооружений для придания прочности фундамента. Представлены особенности расчета свайных фундаментов по несущей способности, прочности материала, определение несущей способности сваи по формуле и в полевых условиях.

Ключевые слова: фундамент, висячие сваи, сваи - стойки, основание.

На практике для многоэтажных жилых зданий глубина заложения конструкций нулевого цикла имеют важное значение. При любом виде основания для обеспечения устойчивости здания от поворота при сейсмических воздействиях имеет важное значение заглубление фундамента. Чем глубже фундамент, тем больше удерживающий момент на опрокидывание при действии сеймики. За последние 50 лет наблюдались случаи, когда при сохранении несущей способности каркаса, здания поворачивались и разрушались за счет слабого защемления в грунте.

Для увеличения несущей способности оснований используются различного вида сваи. Для высоких жилых зданий использование свай в сейсмических районах – обычное явление. При большом залегании коренных пород используются висячие сваи, несущая способность которых определяется параметрами трения грунтового основания о боковую поверхность свай. При мелком залегании коренных пород предпочтение отдают сваям – стойкам.

При агрессивности грунтовых вод к бетону выполняют мероприятия гидроизоляции свай материалами и способами, обеспечивающими защиту гидроизоляции при забивке свай.

Для фундамента вышеуказанных зданий используют сплошную железобетонную плиту с учетом мероприятий защиты бетона плиты от воздей-

ствий агрессивных грунтовых вод.

Количество свай под здание в целом определяется несущей способностью каждой сваи на восприятие вертикальных и горизонтальных нагрузок от действия сейсмических усилий.

Конструкции и основания нулевого цикла для многоэтажных жилых зданий проектируют с учетом современных норм.

Расчетная схема системы «сооружение – основание» или «фундамент – основание» должна выбираться с учетом наиболее существенных факторов, определяющих напряженное состояние и деформации основания и конструкций сооружения (статической схемы сооружения, особенностей его возведения, характера грунтовых напластований, свойств грунтов основания, возможности их изменения в процессе строительства и эксплуатации сооружения и т.д.). Рекомендуются учитывать пространственную работу конструкций, геометрическую и физическую нелинейность, анизотропность, пластические и реологические свойства материалов и грунтов, развитие областей пластических деформаций под фундаментом. Допускается использовать вероятностные методы расчета, учитывающие статическую неоднородность оснований, случайную природу нагрузок, воздействий и свойств материалов конструкций.

Расчет свай, свайных фундаментов по несущей способности необходимо выполнять на основные и особые сочетания нагрузок, по деформациям - на основные сочетания. Все расчеты следует выполнять с использованием расчетных значений характеристик материалов и грунтов.

При расчете свай всех видов по прочности материала сваю следует рассматривать как стержень, жестко заземленный в грунте в сечении, расположенном от подошвы ростверка на расстоянии не менее l_1 , определяемом по формуле:

$$l_1 = l_0 + \frac{2}{\alpha_\Sigma} \quad (1)$$

где l_0 – дина участка сваи от подошвы ростверка до уровня планировки грунта, м;

α_Σ - коэффициент деформации, 1/м, определяемый по приложению Д [1].

Проверка устойчивости свайного фундамента должна производиться в соответствии с требованиями СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» [2] с учетом действия дополнительных горизонтальных реакций от свай, приложенной к сдвигаемой части грунта.

Несущую способность F_d , кН, забивной сваи, сваи – оболочки, набивной и буровой сваи, опирающихся на скальный грунт, а также забивной сваи, опирающейся на малосжимаемый грунт, следует определять по формуле:

$$F_d = \gamma_c \cdot R \cdot A \quad (2)$$

где γ_c - коэффициент условий работы сваи в грунте, принимаемый равным 1;

R - расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи – стойки, кПа;

А - площадь опирания на грунт свай, m^2 , принимаемая для свай сплошного сечения и полых свай с закрытым нижним концом равной площади поперечного сечения брутто, для юсвай полых круглого сечения с открытым нижним концом и свай - оболочек - равной площади поперечного сечения нетто при отсутствии заполнения их полости бетоном и равной площади поперечного сечения брутто при заполнении этой полости бетоном на высоту не менее трех ее диаметров.

Несущая способность свай в полевых условиях может быть определена следующими методами: статическими испытаниями свай, динамическими испытаниями свай, испытаниями грунтов эталонной сваей, испытаниями свай – зондов, испытаниями грунтов статическим зондированием.

Библиографический список

1. СП 50-102-2003 «Проектирование и устройство свайных фундаментов».
2. СП 22.13330.2011 «Основание зданий и сооружений».
3. Руководство по проектированию свайных фундаментов/ НИИОСП им. Н.М. Герсеванова Госстроя СССР.- М.:Стройиздат, 1980.

УДК 624.012.41

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСХОДА АРМАТУРЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ ВЕЛИЧИНЫ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН В ИЗГИБАЕМОМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОМ ЭЛЕМЕНТЕ

Дьячков С.В.

Научный руководитель: доцент Валкнер Э.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: sdiachkov@mail.ru*

Приведены материалы исследования расчетной одиночной арматуры для наиболее часто применяемых классов бетона (В20, В25, В30) и арматуры (А-300, А-400, А-500) в прямоугольном сечении при различных значениях раскрытия трещин ($a_{crс}=0,1$ мм, $a_{crс}=0,2$ мм, $a_{crс}=0,3$ мм, $a_{crс}=0,4$ мм). Расчет произведен в программном комплексе «ЛИРА 9.6». В результате исследования найдены функциональные зависимости между изгибающим моментом и количеством арматуры при заданных граничных условиях, разработан альбом для практического использования, состоящий из графиков и таблиц эмпирических формул.

Ключевые слова: трещины, железобетон, арматура, бетон, эмпирические формулы, расход, графики, таблицы.

Цель работы: изучить основы расчета железобетонных изгибаемых элементов в соответствии с современными нормами и составить для практического использования альбом с графиками зависимостей расхода арматуры

от изгибаемого моменты и ширины раскрытия трещин, а также эмпирические формулы по которым, зная момент, можно рассчитать площадь продольной арматуры.

Акцент в работе направлен на расход арматуры в зависимости от ширины раскрытия трещин. Почему трещины так важны? В агрессивной среде при раскрытии трещин происходит коррозия арматуры, в результате чего происходит понижение несущей способности изгибаемого элемента, что в результате может привести к разрушению конструкции, но трещины образуются не всегда и не всегда их раскрытие настолько опасно. Для учета возможности раскрытия трещин ввели три категории требований к трещиностойкости:

- первая категория - не допускается образования трещин;
- вторая категория - допускается ограниченное по ширине непродолжительное раскрытие трещин при условии их последующего надежного закрытия (зажатия);
- третья категория - допускается ограниченное по ширине непродолжительное и продолжительное раскрытие трещин.

Трещиностойкостью железобетонной конструкции называют ее сопротивление образованию трещин в I стадии напряженно-деформированного состояния. Существует 3 стадии напряженно-деформированного состояния:

- I стадия характеризуется незначительными нагрузками, деформации упругие, образование трещин не происходит;
- II стадия наступает с момента образования трещин, при возрастании нагрузки деформации становятся неупругими;
- III стадия характеризуется началом заметных неупругих деформаций, при повышении нагрузки начинается разрушение, которое может происходить по 2 случаям:

- 1) пластическое разрушение – разрыв арматуры и раздробление бетона сжатой зоны;
- 2) хрупкое разрушение – разрушение происходит по сжатой зоне бетона в перearмированных элементах.

Для расчета выбраны наиболее часто используемые в монолитном строительстве классы бетона (B20, B25, B30). В соответствии с СП 52-101-2003 в качестве арматуры принята арматура периодического профиля А400 и А500, но также принята арматура класса А300, так как её часто используют в монолитном строительстве.

В зависимости от среды эксплуатации конструкции по приложению Ж.3, Ж.4 СП 23.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85» определяем категорию требований к трещиностойкости. В своей работе я рассматриваю ширину раскрытия трещин 0,1; 0,2; 0,3; 0,4, а также для сравнения мы подберем арматуры без учета величины раскрытия трещин, исходя только из расчета на прочность.

Для получения количественных результатов использования программного комплекса Лира, составлялась расчетная схема для сечения изгибаемого элемента 1000x200мм с таким расчетом, чтобы получить моменты в изгибаемом элементе с шагом 0,5 т*м. В каждом сечении элемента для вышеуказанных трещин, определялась расчетная арматура.

По данным результата расчета составлены таблицы и графики расхода арматуры в зависимости от класса бетона и арматуры, а также от величины раскрытия трещин и действующего момента.

На рисунке 1 приведен график расхода расчетной арматуры для прямоугольного сечения при классе бетона В20 и арматуры А400 и ширине раскрытия трещин 0,1; 0,2; 0,3; 0,4.

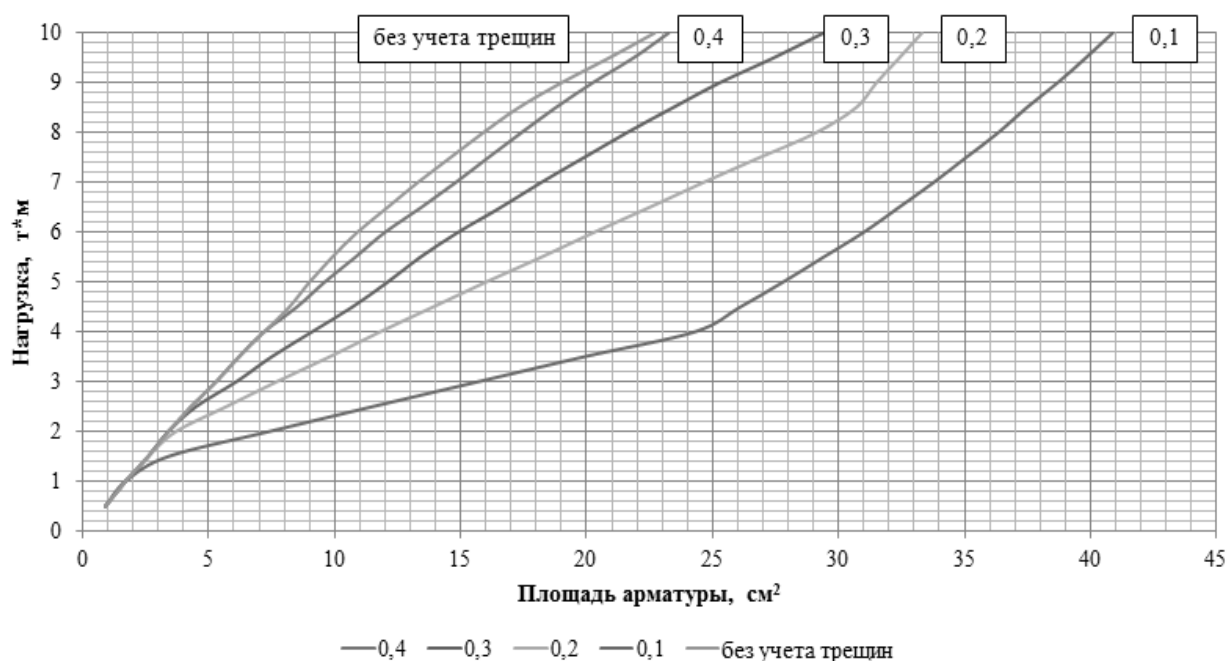


Рисунок 1-график расхода расчетной арматуры для прямоугольного сечения при классе бетона В20 и арматуры А400 и ширине раскрытия трещин 0,1; 0,2; 0,3; 0,4.

После обработки графиков зависимостей получены эмпирические формулы по которым, также путем простейших вычислений, можно определить площадь продольной арматуры в зависимости от исходных условий.

Для практического использования составлен альбом, по которому можно оценить какой класс бетона и арматуры целесообразнее выбрать, а также можно легко проверить правильность уже принятых проектных решений. Тем самым данная работа при практическом её использовании позволяет сократить время проектирования, увеличить точность и качество принятых решений.

Библиографический список

1. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции. Ос-

новые положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003» - М.:2012г-147 с.

2. СП 23.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85» - М.:2012г- 147 с.

3. СП52-101-2003 «Бетонные и ж/б конструкции без предварительного напряжения арматуры» - М.: 2004г.- 140 с.

УДК 725.42:622(571.17)

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ БЛОКА ОЧИСТКИ ШАХТЫ "ЕСАУЛЬСКАЯ" В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Коровин М.В.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешин Н.Н.,
канд. техн. наук Алешин Д.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: whataudoinhere@gmail.com*

В работе приводится описание технологического процесса очистки шахтных и поверхностных сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов, а также процесс обезвоживания осадка. В соответствии с функциональным процессом приняты конструктивные решения здания блока очистки.

Ключевые слова: блок очистки, очистка шахтных вод, металлические конструкции, стропильная ферма, колонна.

Шахтные воды из водосборников ОАО "Шахта "Есаульская" насосами подаются в блок очистки на дуговые гидравлические сита.

На дуговых ситах происходит отделение из воды частиц размерами 1 мм и более. Шлам после дуговых сит влажностью около 30% поступает в бункерную, откуда вывозится на утилизацию.

Поверхностные сточные воды с остальной территории площадки ОАО "Шахта "Есаульская", также подаются в блок очистки (в камеры коагуляции, затем в камеру флокуляции I ступени и камеры флокуляции II ступени).

Затем очищаемые воды поступают в тонкослойные сепараторы, где происходит очистка сточных вод от взвешенных веществ и нефтепродуктов. Из тонкослойных сепараторов сточные воды самотеком поступают в приемный резервуар, откуда насосами подаются в установку мембранной фильтрации. В установке мембранной фильтрации происходит доочистка и обеззараживание сточных вод.

Сгущенный осадок из тонкослойных сепараторов направляется на обезвоживание в установки обезвоживания осадка. Для интенсификации процесса обезвоживания осадка передфильтр - прессами вводится раствор

флокулянта, для чего предусматривается автоматизированная установка приготовления и дозирования флокулянта. Обезвоженный кек влажностью 35% поступает в бункерную, а затем вывозится на утилизацию.

Здание блока очистки расположено в городе Новокузнецке. Каркас здания – металлический. Габаритные размеры здания в плане 24x52 м. Основными несущими элементами каркаса являются металлическая ферма пролетом 24 м и колонна сплошного сечения из прокатного двутавра. Расчет поперечной рамы произведен в программном комплексе SKAD. Конструктивные решения приняты на основании расчета.

В соответствии с функциональным процессом запроектировано однопролетное промышленное здание, состоящее из двух блоков.

В здании расположены следующие помещения: на отм. 0,000: помещение установки мембранной фильтрации, помещение реагентного хозяйства установки мембранной фильтрации, помещение отстойников, комната дежурного персонала, мастерская, бункерное помещение, помещение вспомогательного оборудования фильтр-прессов, реагентное хозяйство, склад реагентов, помещение трубопроводов, санузлы, камера трансформаторов с РУ-6кВ, помещение РУНН-0,4кВ, вентпомещение №2, помещение узла управления. На площадках, расположенных на отм. +4,500: помещение фильтр-прессов и место для вспомогательного оборудования фильтр-прессов, вентпомещение №1. Для подъема на отм. +4,500 выполнена лестничная клетка.

По технологическим требованиям в бункерном помещении выполнена монолитная железобетонная подпорная стенка с монолитным днищем.

Конструктивная схема – каркасная. Каркас здания состоит из металлических горячекатаных профилей сполетам 24 м, шаг колонн 6 м. Устойчивость обеспечивается жестким креплением колонны с фундаментом. В продольном направлении жесткость обеспечивается постановкой вертикальных связей по колоннам [1].

Статический расчет поперечной рамы, подбор сечения колонны и фермы произведены с помощью ПК “SCAD”. Стальные колонны из прокатных широкополочных двутавров 40Ш2, 30Ш1 постоянного сечения по высоте. Колонны воспринимают нагрузку от перекрытия, покрытия, от стенового ограждения. Крепление колонн с фундаментами жесткое на анкерных болтах. Соединение колонны с балками перекрытия и покрытия жесткое.

Колонны устанавливаются базами на стальные плиты, верхняя поверхность плит строганная, нижние торцы колонн фрезерованные.

Металлическая ферма запроектирована из стали С255, монтируется к надколоннику. К узлам фермы крепятся перекидные балки, для крепления монорельса под краны.

Конструкции покрытия запроектированы под утепленную кровлю с уклоном 7° , состоят из:

- стропильных ферм пролетом 24м - из парных равнополочных уголков;

- опорных стоек ферм – сварные двутавры;
- системы связей покрытия – из парных равнополочных уголков;
- прогонов покрытия с шагом 1,5м – из прокатных швеллеров.

Кровля здания принята двускатная послойной сборки: нижний окрашенный профилированный лист по металлическим прогонам, слой пароизоляции, утеплитель минераловатные плиты толщиной 200мм по ГОСТ 9573-96, верхний окрашенный профилированный лист Н60 -845 -0.8[2].. Водосток наружный неорганизованный.

Прогоны пролетом 6 м, изготовлены из прокатного швеллера № 20, 24.

Фундамент под крайнюю колонну запроектирован на естественном основании. Монолитный ростверк изготавливается из бетона класса В12.5. Армирование ростверка производится сварной сеткой с рабочей арматурой в двух направлениях класса А-400 [3].

Защемление колонн в фундамент жесткое, крепление стропильных конструкций со стойками – шарнирное.

Пространственную жесткость и устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается за счет однопролетной поперечной рамы. В продольном направлении – за счет постановки вертикальных связей по колоннам.

Запроектированное здание соответствует требованиям технологического процесса, а конструктивные решения обеспечивают эксплуатационную надежность сооружения.

Библиографический список

1. СП 16.13330.2011 СНиП II-23-81* Стальные конструкции/Госстрой России.- Москва, 2011 г.
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003/Госстрой России.- Москва, 2012 г.
3. Алешин Н.Д. Особенности усиления и замены конструкций пролетной части галереи подачи угля на обогатительной фабрике в г. Новокузнецк/ Н.Д.Алешин, А.В. Колесников, Д.Н. Алешин// - Вестник Сибирского Государственного Индустриального Университета, №1.- 2015г - Новокузнецк, СибГИУ.- С.56-58.

АРХИТЕКТУРНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ХРАМА СВЯТОЙ ТРОИЦЫ В НОВОИЛЬСКОМ РАЙОНЕ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА

Смирнов М.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Мельникова И.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: terminator_1992@mail.ru*

Статья посвящена результатам проектирования Храма Святой Троицы в Новоильинском районе, в г. Новокузнецке с железобетонным каркасом, с самонесущими кирпичными стенами и монолитным железобетонным перекрытием.

Ключевые слова: проектирование, храм святой троицы, железобетонный каркас, кирпичные стены, монолитное железобетонное перекрытие, устойчивость здания, конструктивный расчет.

Храм на Руси традиционно имеет крестово-купольный тип. Главы в соответствии с православной традицией имеют луковичную форму, а их количество должно быть не менее количества престолов в храме. Глава должна быть увенчана крестом, ориентированным на запад.

Фасадная модель храма представлена на рисунке 1:

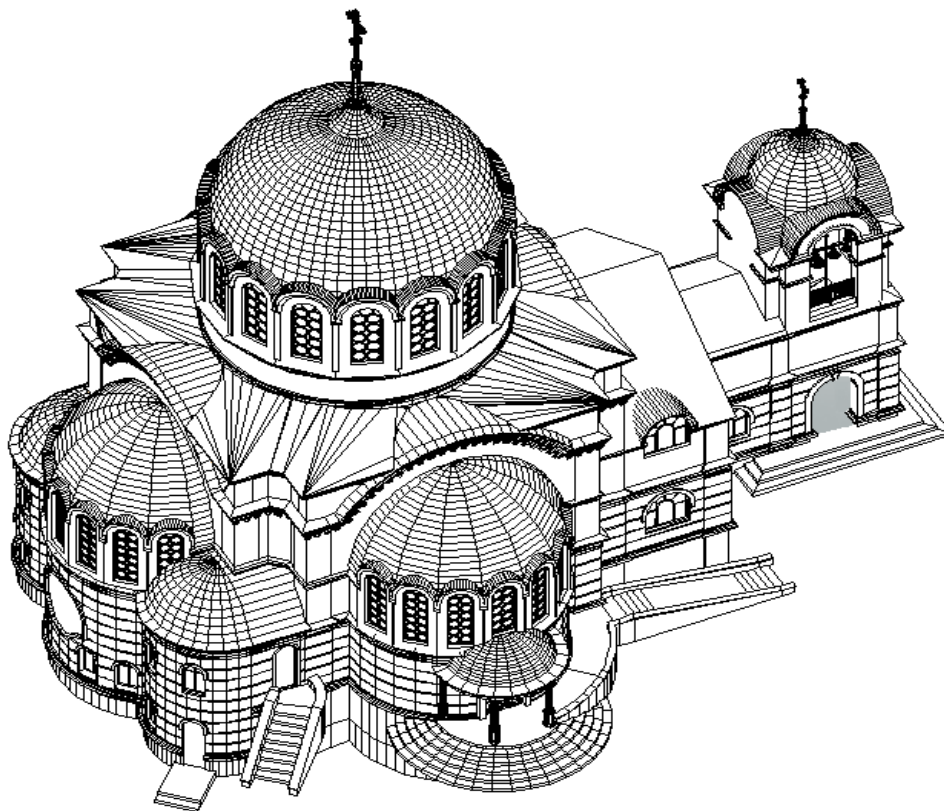


Рисунок 1 – Фасадная модель храма

Стены отделаны под последующую роспись известково-песчаной и цементной штукатуркой, а также натуральным камнем, мозаикой и деревом.

Действующие предписания Церкви относительно внутреннего убранства подчеркивают, что следует стремиться "скорее к простоте, чем к роскоши", к "естественности" декоративных элементов и к тому, чтобы они служили "поучению верующих и соответствовали достоинству святого места". При этом церковь не навязывает архитекторам определенного стиля, предоставляя им свободу выражения творческой мысли. Эту свободу ограничивают лишь функциональные требования и требования обновленной литургии.

Фасад храма выполнен из кирпича, который сверху покрывается штукатуркой. Храм рассчитан на 400 прихожан. Служения будут проходить 2 раза в день, утром и вечером.

Церковь - двухэтажное здание с подвальным помещением.

Естественное освещение средней части храма осуществляется преимущественно из верхней зоны через окна в стенах и в световых барабанах глав.

Для обеспечения возможности удобных подходов к зданию храма, запроектирована сеть пешеходных дорожек, на территории храма и вне ограждения в пределах границ проектирования. Вдоль главной пешеходной дорожки предусмотрены площадки для отдыха с установкой скамеек, урн, цветочниц.

Территория храма в пределах границ проектирования озеленяется путём устройства газонов, цветников, посадки деревьев и кустарников.

Вокруг жилого здания устраивается проезд с автостоянками для машин. На участке размещена площадка для игр и отдыха детей и взрослых.

В поперечном направлении устойчивость здания обеспечивается рамно-связевой схемой, путем рам с жестким сопряжением балок с колоннами и системой связей. В продольном направлении устойчивость обеспечивается связевой схемой.

Несущей конструкцией кровли является железобетонный купол, который опирается на железобетонные ригели, расположенные в продольном и поперечном направлении. Так же на ригели опираются монолитные железобетонные перекрытия. Сами ригели опираются на колонны, и вся эта система образует железобетонный каркас.

Фундаменты свайные, с монолитным железобетонным ростверком.

Таким образом, архитектурные и конструктивные решения, представленные в данной работе, соответствуют требованиям действующих нормативных документов, включая требования сейсмического строительства, и обеспечивают необходимую безопасность и надежность здания.

Библиографический список

1. СП 31-103-99. Здания, сооружения и комплексы православных храмов. 27-12-1999. – М.: Госстрой России, 1999.

ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЁГКИХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ПО СРАВНЕНИЮ С ТРАДИЦИОННЫМИ ИСПОЛЬЗУЕМЫМИ МЕТАЛЛИЧЕСКИМИ КОНСТРУКЦИЯМИ И ПРОКАТНЫХ И ЛИСТОВЫХ ПРОФИЛЕЙ

Стародубов А.А.

Научный руководитель: Валкнер Э.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: starodubov.artem@mail.ru*

В работе произведено изучение выявления преимуществ ЛМК перед классическими металлическими конструкциями и лёгкими тонкостенными профилями, попытка автоматизировано расчёта пространственных и поперечных рам, при помощи программного комплекса SCAD.

Ключевые слова: лёгкие металлические конструкции, причины использования лёгких металлических конструкций, эффективность лёгких металлических конструкций, этапы подбора переменного сечения по элементам каркаса.

Современные требования к проектированию зданий и сооружений из стальных конструкций, направлены на уменьшение стоимости в процессе проектирования, строительства и эксплуатации, соответственно с сохранением сроков службы сооружения и увеличения их.

Анализ построенных и проектируемых объектов из ЛМК с аналогичными объектами традиционного типа показал что, здания из легких металлоконструкций имеют ряд преимуществ:

- срок монтажа здания из ЛМК примерно в 2 раза меньше.
- финансовые затраты сокращаются на 25-30 %, за счет снижения себестоимости строительства нулевого цикла
- с использованием ЛМК можно создавать более сложные архитектурные решения и др.

Учитывая, что при проектировании рамных конструкций стремятся к наиболее полному использованию несущей способности сечений, процесс статического расчета является итерационными связан с многократным повторением цикла: подбор сечений - статический расчёт - проверка сечений и элементов. Помимо задач статического расчета на этом этапе решаются и другие задачи, связанные с поиском эффективной геометрии рамы, оптимального распределения жесткостей, оптимизации сечений, технологичности изготовления.

Для статического расчёта рамных конструкций, в основном используются различные программные комплексы, основанные на методе конечных элементов. Недостатком таких программ является то, что при задании характеристик каждого элемента переменного сечения, его приходится разбивать на отдельные конечные элементы.

В целом, процесс статического расчёта рамных конструкций переменного сечения можно разбить на несколько рабочих этапов:

- Определение конструктивной схемы рассчитываемого объекта.
- Определение нагрузок, действующих на раму в соответствии с действующими нормами.
- Расчёт рамы на действующие нагрузки.
- Для характерных сечений рамы определяются расчётные комбинации усилий, по которым определяется расчётное сечение.
- Проверяем полученные расчётом сечения с заданными для расчёта.
- Если полученные результаты не совпадают с заданными, то жесткостные характеристики (сечения) назначаются заново и выполняется перерасчёт.
- Перерасчёт выполняется до тех пор, пока полученные расчётные сечения не будут равны заданным [1].

Сечения элементов рамных конструкций выполняются в виде симметричных и моносимметричных двутавров со стенками, работающими как в докритической, так и в закритической стадии. Для обеспечения местной устойчивости, стенки элементов рамы подкрепляются поперечными и в случае необходимости продольными рёбрами.

Симметричные сечения применяются в тех случаях, когда основным силовым фактором является изгибающий момент, а напряжения от продольной силы незначительны. При больших значениях продольной силы более эффективными становятся моносимметричные двугавры с развитой сжатой полкой. Сечение сжатой полки развивается за счет увеличения её толщины и ширины.

Моносимметричные двутавровые сечения рамных конструкций имеют ряд положительных качеств, а именно:

- Более полное использование сечения по прочности по сравнению с симметричными двутаврами в случае одновременного действия изгибающего момента и продольной силы;
- Повышение устойчивости стенки двутавра за счет уменьшения высоты сжатой зоны;
- Повышение общей устойчивости элемента за счет развития сжатого пояса;
- Возможность увеличения расчетного сопротивления стали растянутого пояса при уменьшении толщины исходного проката [1].

Библиографический список

1. Катюшин В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения (расчёт, проектирование, строительство) /– М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2005.- 656с.
2. М. Сахновский Лёгкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений/ М.- К.: Будивельник, 1984. – 160с.
3. Беленя Е.И. Металлические конструкции / – М.: Стройиздат, 1973-560с.
4. Кудишин Ю.И. Металлические конструкции: учебник для студ.

Учреждений высш. проф. образования/ - 13-е изд., испр.- М.: Издательский центр «Академия», 2011.- 688с.

УДК 728.2.011.27

ХОСПИС – ЭТО МЕСТО, ГДЕ БОЛЬНЫЕ НАХОДЯТ ПОКОЙ И УМИРОТВОРЕНИЕ

Швецов А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Мельникова И.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк, e-mail: po1999@yandex.ru*

Хоспис – это лечебное учреждение, которое обеспечивает уход за тяжелобольным человеком. Первый хоспис в России был открыт для раковых больных, находившихся в терминальной стадии этого страшного заболевания. Одной из главных особенностей проектирования хосписов является требование малоэтажности проектируемого здания. Так же требование к внешнему облику здания хосписа - оно не должно иметь вид больничной застройки. В результате строительства хосписа значительно повышается качество помощи неизлечимо больным, так как появляется возможность постоянного наблюдения медицинских специалистов.

Ключевые слова: хоспис, лечебное учреждение, раковые больные, проектирование, малоэтажность, проектируемое здание.

Слово «хоспис» пришло в английский язык из старофранцузского («hospice»). Там оно, в свою очередь, образовалось от латинских слов hospes и hospitium («гостеприимство»). Первые хосписы обычно располагались вдоль дорог, по которым шли основные маршруты христианских паломников. Это были, в определённом смысле, дома призрения для уставших, истощённых или заболевших странников. Однако, с течением времени значение этого слова несколько изменилось. Сейчас хоспис обеспечивает амбулаторную и стационарную помощь больным, которая в зависимости от нужд пациента и его семьи, может оказываться в виде промежуточных форм – дневного стационара, выездной службы. Хоспис – это лечебное учреждение, которое обеспечивает уход за тяжело (чаще всего, смертельно) больным человеком, облегчение его физического и психического состояния, а также поддержание его социального и духовного потенциала.

Первый хоспис в России появился 8 ноября 1903 года в Москве. Он был открыт для раковых больных, который находились в терминальной стадии этого страшного заболевания. То есть, практически умирали. Этот хоспис был открыт по личной инициативе профессора – онколога Л.Л. Левшина. Этот человек самостоятельно организовал сбор средств для строительства хосписа. Самую большую сумму в организацию этого хосписа внесли зна-

менитые меценаты Морозовы. Именно поэтому после открытия это заведение много лет носило их имя. Первоначально здание было рассчитано на 65 коек и по техническому оснащению этому заведению не было равных во всём мире.

Одной из главных особенностей проектирования хосписов является требование малоэтажности проектируемого здания. Это требование обусловлено тем, что хоспис предназначен для умирающих больных, а следовательно, физически ослабленных людей, для которых избыточная этажность здания (даже при наличии лифта) может привести к увеличению энергозатрат и оказаться дополнительным стресс-фактором. С учетом зарубежного опыта проектирования хосписов и данного аргумента наиболее оптимальным следует считать хоспис, представляющий собой одно- или двухэтажное здание.

Не менее важным является требование к внешнему облику здания хосписа. Оно не должно иметь вид больничной застройки, его композиция должна быть лишена казенных и административных деталей. Эта особенность может быть учтена путем проектирования здания коттеджного типа, которое своей архитектурой скорее напоминало бы индивидуальное жильё или дом отдыха, а не больницу. Важным следствием такого подхода является приоритетность индивидуального проектирования хосписов по сравнению с типовым проектированием учреждений подобного типа.

К минимальным требованиям по основным пунктам проектирования хосписов можно выделить следующее:

- наличие крытого садика-галереи с открывающимися окнами и оранжереи, зимнего сада;
- наличие открытых зон: веранд, террас, а также зеленых зон отдыха на территории, прилегающей к зданию хосписа;
- наличие помещений для пребывания членов семьи в ночное время;
- наличие многофункционального зала для проведения конференций, заседаний персонала и других мероприятий, а также используемого под библиотеку.

По мнению американского специалиста Кэри (Deborah Allen Carey «Hospice Inpatient Environments»), выполнение этих минимальных требований по основным пунктам проектирования хосписов позволяет создать «домашнюю атмосферу и уют».

Система хосписов в России все ещё имеет довольно много проблемных сфер. Но она представляет собой реальную возможность получения помощи для тяжело больного человека, облегчения его состояния и поддержки, поэтому увеличение строительства таких заведений крайне важно.

В результате строительства хосписа значительно повышается качество помощи неизлечимо больным, так как появляется возможность постоянного ежедневного наблюдения медицинских специалистов. На базе хосписа осуществляется обучение близких людей и родственников особенностям ухода за тяжело больным, что позволит повысить его качество жизни дома в такой

тяжелой ситуации. Ведь хосписы создавались для того, чтобы умирающий человек не чувствовал себя одиноким и никому не нужным в момент смерти.

Библиографический список:

1. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий/ И.А. Шерешевский// Л.: Стройиздат.- 1986.
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.– М.: Госстрой России, 2012.- 29 с.
3. АТР БГБ 3.1-2015 Альбом технических решений и рекомендаций по проектированию и возведению зданий в районах сейсмичностью 7,8,9 баллов. Этажностью до 3х этажей включительно, с несущими стенами из блоков стеновых неармированных из ячеистого бетона автоклавного твердения В3,5 D600.- Иркутск.
4. Carey D.A. – Hospice inpatient environments: compendium and guidelines.-N. Y.: Van Nostrand Reinhold, 1986. – 256 с.
5. Миллиоппщикова В.В. Хосписы / В.В. Миллиоппщикова// Сборник материалов. - 2е изд. М.: фонд помощи хосписам Вера.- 2011.

УДК 624.131.542

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММЫ «PLAXIS» ПРИ ИЗУЧЕНИИ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ ПОД ПОДОШВОЙ
ЛЕНТОЧНОГО ЩЕЛЕВИДНОГО ФУНДАМЕНТА**

Веретенникова О.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В статье рассматривается напряженно-деформированное состояние грунтового основания щелевидного фундамента. Исследована особенность распределения контактных давлений под подошвой стенок фундамента.

Ключевые слова: щелевидные фундаменты, пластичность грунта, программа «Plaxis», определение напряжений и деформаций в грунте.

Внедрение облегченных фундаментов–реальный путь получения существенного экономического эффекта, уменьшения материалоёмкости фундаментов [1, С. 27]. Массовое внедрение таких конструкций возможно только после тщательного экспериментального исследования напряженно–деформированного состояния грунтового основания таких фундаментов [2, С. 79-153], разработка на этой основе надежных методов прогнозирования поведения и фундаментов, и их грунтовых оснований. Одной из разновидностей

облегченных фундаментов, исследованных и экспериментально, и с применением различных методов, являются щелевидные фундаменты (рисунок 1).



Рисунок 1 – Трехщелевые ленточные фундаменты

При малой ширине подошвы стенок, предельное состояние грунта под их подошвой возникает уже при малом их смещении, а осадки всего фундамента определяются, главным образом, давлениями под подошвой грунтового сердечника (сердечников). Такой характер работы щелевидного фундамента отражен в инженерном методе расчета [2, С. 181-183]. В основу этого метода положены системы уравнений равновесия грунтового сердечника, всего фундамента и условие равенства осадок подошвы стенки и подошвы плиты жесткого щелевидного фундамента. По установленным значениям контактных давлений традиционными методами рассчитываются осадки и внутренние усилия в любом сечении фундамента [3, С. 13-14, 4, С. 23-29].

Оценка влияния пластических деформаций, возникающих под подошвой стенок щелевидных фундаментов, проведена путем решения задачи о напряженно-деформированном состоянии основания щелевидного фундамента с применением программы “PLAXIS”. Расчеты, по результатам которых будет принято проектное решение, следует проводить только после серии предварительных расчетов исследовательского характера [5, С. 30-34], учитывающих влияние ряда факторов при математическом моделировании работы геотехнической системы. Наиболее важными из них являются вопросы создания геометрической модели, конечно-элементной расчетной схемы и выбора модели грунта.

В настоящее время используются математические модели грунта разной степени сложности. Преимущество простых моделей заключается в меньшем количестве входных параметров, а также в простоте и ясности определяющих уравнений. Результаты моделирования при этом могут не соответствовать реальным условиям работы. Сложные, усовершенствованные модели позволяют описать поведение грунта точнее, но они требуют более широкого набора характеристик грунта, а также достаточной осведомленно-

сти и опытности инженера при постановке задачи, выборе модели, ее параметров и анализе полученных результатов расчета.

Инструментом для исследований напряженно-деформированного состояния грунтового массива при проведении расчетов в нашем случае было использовано численное моделирование, реализованное в современном комплексе геотехнических программ «PLAXIS», основанном на методе конечных элементов [6, С. 12-15].

Программа «PLAXIS» располагает опцией оперативного математического моделирования стандартных лабораторных испытаний грунтов с использованием имеющихся расчетных моделей (опция «soil test»). Этот программный комплекс реализует метод конечных элементов для непрерывной упругопластической среды и дает возможность проследить изменение НДС основания при ее поэтапном сооружении. Программа хорошо апробирована и имеет соответствующий сертификат Росстандарта.

Для выполнения численных расчетов мы выбрали упругоидеальнопластическую модель Кулона-Мора. Эта модели включена в программный комплекс «PLAXIS».

В результате проведенного моделирования были определены возможные перемещения трехщелевого фундамента (рисунок 2).

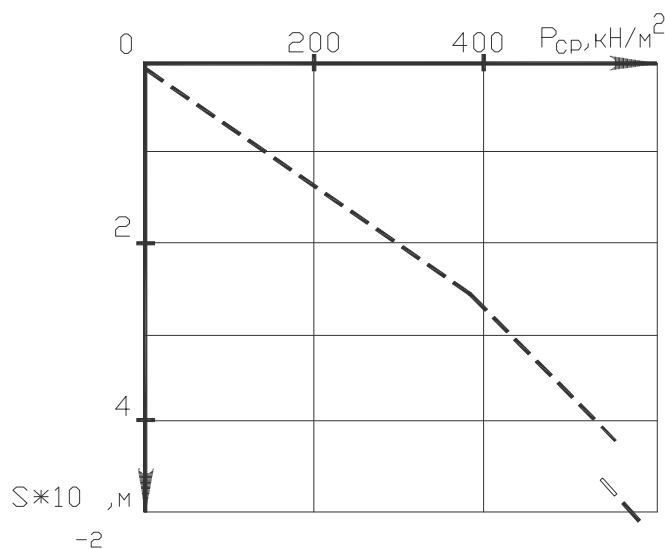


Рисунок 2-График осадок

Проведенный численный анализ результатов поэтапного моделирования позволил выявить, что для щелевидных фундаментов возможны значительные сжимающие и растягивающие напряжения в грунте, находящиеся у края стенок фундамента. Характер распределения напряжений в зависимости расположения точек различен, при приближении к краевым участкам стенок фундамента и больших нагрузках появляется существенное увеличение вертикальных напряжений σ_z , что соответствует появлению линий сдвигов в краевых участках стенок фундамента. В центральной части загружаемого участка распределение напряжений уменьшается.

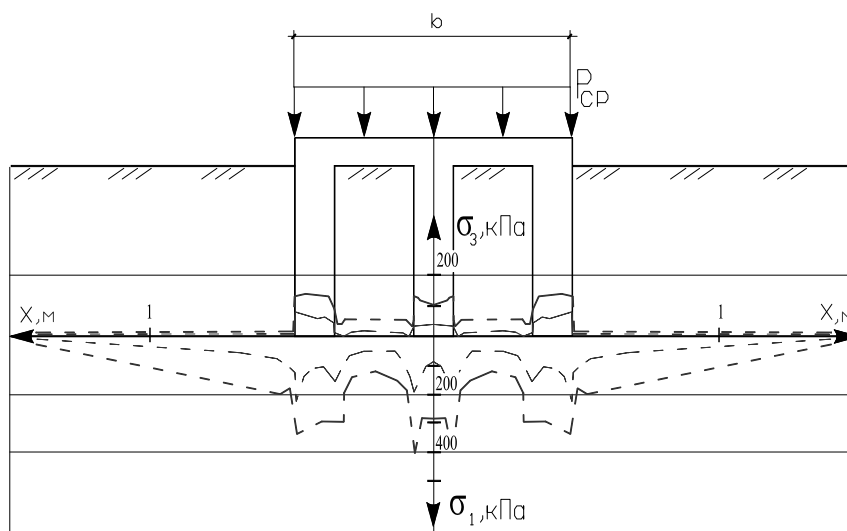


Рисунок 3 - Распределение напряжений σ_1 и σ_3 на глубинах $\bar{z}=z/b=0$ при заглублении фундамента $h_{\min}=0,6$ м (тонкие линии - малая нагрузка, жирные линии-большая нагрузка)

Использование модели Мора-Кулона, обеспечивает надежную оценку статической работы фундамента. Проведенные расчеты с использованием современного комплекса геотехнических программ «PLAXIS», исследования напряженно-деформированного состояния (НДС) несущей системы для щелевидных фундаментов позволили получить представление о статической работе и несущей способности этих фундаментов.

Библиографический список

1. Платонова С.В. Рациональные конструкции малонагруженных фундаментов / С.В.Платонова, А.П.Криворотов, А. В. Лубягин // Проектирование и строительство в Сибири - . - №4. - С.27-30.
2. Кожевникова С.В. Напряженно–деформированное состояние упруго–пластического основания ленточных щелевидных фундаментов/ С.В.Кожевникова, А.П.Криворотов // Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2002.- 213 с.
3. Платонова С.В. Результаты расчета осадок щелевидных фундаментов с учетом пластических деформаций грунтового основания / С.В.Платонова, А.П.Криворотов // Известия вузов. Строительство. –1995. – №2.- С.12-16.
4. Платонова С.В. Расчет прочности щелевидного фундамента / С.В.Платонова, А.П.Криворотов // Известия вузов. Строительство.–1995. – №2.- С.23-29.
5. Платонова С.В. Особенности напряженно-деформированного состояния ленточного трехщелевого фундамента / С.В.Платонова// III Всероссийская научно-техническая конференция НГАСУ-Новосибирск: Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т, 2010. – С. 30-34.

6. Платонова С.В. Анализ напряженно-деформированного состояния с использованием программного комплекса «PLAXIS» / С.В.Платонова// Инновационное будущее технических наук: сборник статей Международной научно-практической конференции, 20 января 2015 г. – Уфа , 2015. – С. 12-15.

УДК 624.042

ИЗУЧЕНИЕ СЖАТО-ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО НАКЛОННЫМ СЕЧЕНИЯМ НА ПОДАТЛИВЫХ ОПОРАХ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

Мещеулов Н.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Кумпяк О.Г.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
Томск, e-mail: nikita.mesheulov@mail.ru*

В статье представлена методика и результаты испытания поперечной динамической нагрузкой, железобетонных сжатых конструкций по наклонному сечению на податливых опорах. Установлено положительное влияние продольного обжатия на прочность наклонных сечений, динамически изгибаемых железобетонных конструкций на податливых опорах.

Ключевые слова: динамическая нагрузка; сжато-изгибаемые железобетонные элементы; прочность; наклонные сечения; податливые опоры.

Существуют различные методы повышения взрывостойкости гражданских и промышленных зданий и сооружений.

Основное решение этого вопроса заключается в увеличении прочностных характеристик материалов (бетона и арматуры), а также увеличение геометрических сечений конструкций. Отрицательной особенностью данного метода является его материалоемкость и как следствие экономическая неэффективность.

Альтернативным способом повышения сопротивления конструкций к взрывным воздействиям является применение податливых опор. В последнее время в этом направлении выполнен ряд научно-исследовательских работ, в которых получен существенный положительный эффект энергопоглощения системы конструкция- податливая опора [1-5].

Для изучения влияния продольного обжатия на прочность балочных конструкций по наклонным сечениям при поперечном динамическом нагружении были проведены экспериментальные исследования. При планировании эксперимента учитывалось характер деформирования опор. В данной статье приведены результаты исследований конструкций, испытанных на упруго-пластических опорах.

На рисунке 1 представлена качественная картина состояния приопор-

ных зон балок в предельной стадии при одинаковой поперечной динамической нагрузке, но различном уровне продольного обжимающего усилия конструкции.

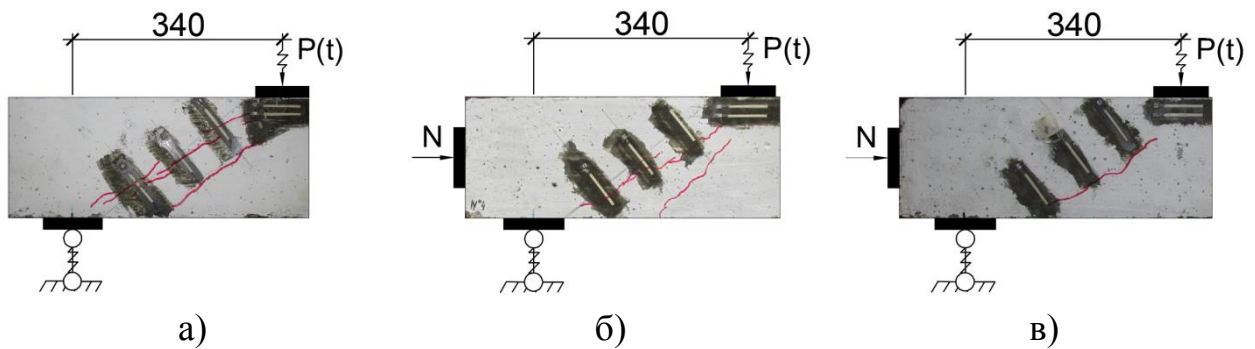


Рисунок 1 - Состояние приопорной зоны балок, испытанных на упруго- пластических опорах при различных степенях продольного обжатия: $\tilde{N} = 0$ (а); $\tilde{N} = 0.2$ (б); $\tilde{N} = 0.4$ (в)

При одинаковой поперечной динамической нагрузке с увеличением уровня продольного обжатия увеличивается реакция системы (рисунок 2).

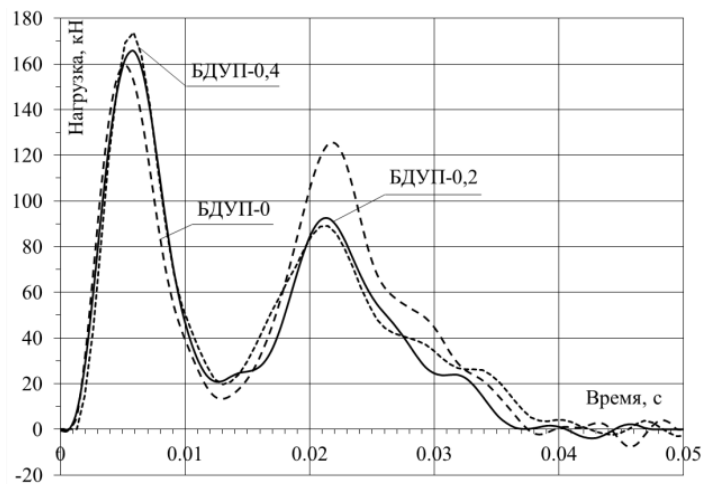


Рисунок 2 - Характерный график реакции системы в зависимости от уровня продольного обжатия

Шифр образца указывает на условия испытания конструкции. Индекс (Д) в обозначении, говорит о том, что балка испытана динамической нагрузкой. Следующие за ним буквы обозначают стадию динамического деформирования опоры: (УП)- упруго- пластическая. Цифра указывает относительный уровень продольного обжатия.

При отсутствии продольного обжатия наблюдается образование нескольких наклонных трещин (ширина раскрытия трещин составила 0.3мм).

С увеличением уровня продольного обжатия до $\tilde{N} = N / N_{\max} = 0.2$ ($N_{\max} = R_{bn} \times b \times h$), наклонные трещины менее выражены (ширина раскрытия уменьшается до 0.2мм). При этом высота сжатой зоны бетона над вершиной

наклонной трещин увеличивается. Наблюдается увеличение угла наклона трещин к горизонтальной оси. При $\tilde{N} = 0.4$ имело место образование одной мало выраженной наклонной трещины (ширина раскрытия трещины составила 0.05мм). Длина её проекции на горизонтальную ось уменьшилась. Критическая наклонная трещина развивается не на всю высоту сечения балки. Высота сжатой зоны бетона над вершиной наклонной трещины более выражена.

Из анализа характера разрушения балок можно говорить о некотором повышении динамической прочности конструкций по наклонным сечениям при увеличении уровня продольного обжатия.

Сопротивление сжато- изогнутой конструкции по наклонному сечению также можно отследить по развитию деформаций бетона и арматуры в пролете среза (рисунки 3, а,б; 4, а, б, в).

С увеличением уровня продольного обжатия деформации поперечной арматуры уменьшаются.

Деформации сжатой зоны бетона при изгибе балки с увеличением уровня продольного обжатия уменьшаются, несмотря на наличие начальных деформаций, вследствие обжатия конструкции $\Delta 2: \Delta 4$ (рисунок 3, б).

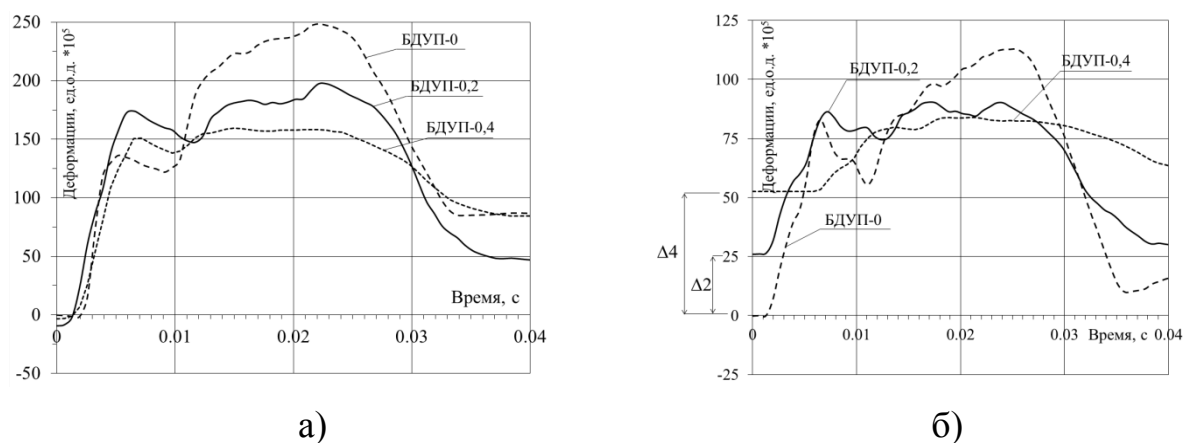


Рисунок 3 - Характерные график изменения деформаций поперечной арматуры (а) и бетона (Тр11) в наклонном сечении (б), в зависимости от уровня обжатия

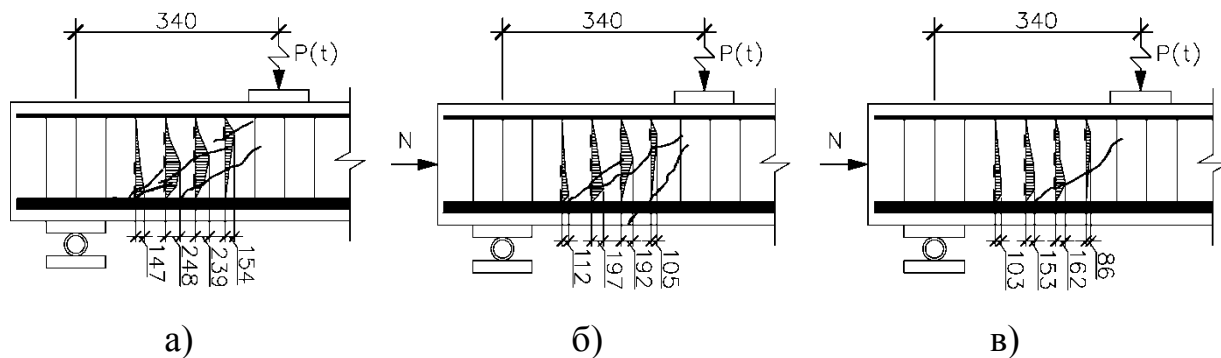


Рисунок 4 - Деформации поперечной арматуры (е.о.д.*10^5) в пролете среза при разном уровне продольного обжатия при работе опор в упруго- пластической стадии: БДУП-0 (а); БДУП-02 (б); БДУП-04 (в)

Выводы. С повышением уровня продольного обжатия балки, её реакция на поперечное динамическое воздействие увеличивается, а также имеет место перераспределение усилий в наклонном сечении балки между поперечной арматурой и бетоном сжатой зоны. При этом часть поперечной силы воспринимаемая хомутами снижается.

Библиографический список

1. Кумпяк О.Г. Прочность и деформативность железобетонных балок и плит на податливых опорах при интенсивном динамическом нагружении / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, Д.Н. Кокорин, В.Б. Максимов // Бетон и железобетон – взгляд в будущее: научные труды III всероссийской (II международной) конференции по бетону и железобетону (Москва, 12 - 16 мая 2014 г.): в 7 т. Т.1 Теория железобетона. Железобетонные конструкции. Расчет и конструирование.- М: МГСУ, 2014.- С. 315 - 325.

2. Кумпяк О.Г. Исследование железобетонных плит, опертых по контуру на жесткие и податливые опоры, при кратковременном динамическом нагружении / Кумпяк О.Г., Галяутдинов З.Р., Максимов В.Б // Вестник ТГАСУ. - Томск. - 2013. - № 1. - С. 69 - 76.

3. Кумпяк О.Г. Экспериментально-теоретическое исследование сжатых железобетонных балок на податливых опорах при кратковременном динамическом нагружении / Кумпяк О.Г., Малиновский А.П., Педиков А.В // Вестник Томского гос. архит.-строит. ун-та.- Томск. - 2006. - № 2.- С. 110 -114.

4. Родевич В.В. Расчет прочности железобетонных элементов по наклонному сечению при действии кратковременной динамической нагрузки/ В.В. Родевич// Известия ВУЗов. Строительство. -2001.-№8.-С. 144-146.

5. Кумпяк О.Г. Прочность сжато-изгибаемых железобетонных конструкций по наклонным сечениям при кратковременном динамическом нагружении / Кумпяк О.Г., Мещулов Н.В.// Вестник ТГАСУ.- Томск.- 2014.- № 6. - С. 70 - 80.

УДК 711

ИНТЕГРИРОВАННЫЙ ЖИЛОЙ КОМПЛЕКС В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ РАЙОНЕ г. НОВОСИБИРСКА

Сташкевич А.В.

Научный руководитель: канд. архитектуры, доцент Благиных Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В основу концепции проектного предложения жилого комплекса положено единение фундаментальности прошлого и прогрессивности настоящего. Предложено принципиально новое решение в организации городского пространства как обдуманного, удобного, качественного и современного.

Ключевые слова: реконструкция, сохранение, улучшение, создание нового, объединение.

Участок предполагаемого строительства интегрированного жилого комплекса площадью 1.4 га расположен в 600 метрах от станции метро Площадь Ленина в Железнодорожном районе города Новосибирска. Участок ограничен транспортной развязкой улиц с севера – Чаплыгина, с запада – Урицкого, а с юга – Октябрьской.

Предпроектный анализ градостроительной ситуации территории застройки выявил ряд проблем и задач:

- памятники деревянного зодчества находятся в ненадлежащем виде, нуждаются в реставрации (рисунок 1);
- из-за высокой цены земли необходимо «уплотнить» застройку;
- магистрали сильно перегружены, движение по ним затруднено, возможности подъезда к кварталу ограничены;
- очевиден высокий уровень шумового загрязнения и загазованности среды;
- отсутствие достаточного количества парковочных мест является серьезной проблемой данного участка;
- нехватка парковых и рекреационных зон, скудное и не хаотичное существующее озеленение.

В проекте приняты следующие решения по преобразованию и улучшению территории участка застройки:

- произвести реставрацию фасадов двух зданий, памятников деревянного зодчества XIX века, с сохранением их исторического вида (рисунок 2);
- включить эти здания в состав интегрированного жилого комплекса (ИТЖ) методом создания вокруг них защитных свето-прозрачных куполов (рисунок 3), что приведет к более длительному сохранению внешнего вида памятников архитектуры, позволит защитить от воздействия прямых солнечных лучей и сурового сибирского климата, подарит возможность потомкам познать историческое наследие и сохранить связь времен;
- увеличить кол-во парковочных мест для постоянного и временного хранения автомобилей;
- озеленение территории выполнить газонами, посадкой кустарников и крупноразмерных лиственных деревьев. Деревья и кустарники высаживаются на нормируемом расстоянии от стен здания, подземных коммуникаций и друг от друга согласно требованиям СНиП III-10-75;
- на участках эксплуатируемой кровли предусмотрено благоустройство с озеленением;
- решения по доступности среды: устройство пандусов с тактильными поверхностями, мест отдыха и парковочных мест на автостоянках для МГН, подъезды с подъемниками, квартиры первых этажей обустроены для лиц с ограниченными возможностями здоровья и другие решения.



Рисунок 1 - Памятник деревянного зодчества XIX века



Рисунок 2 - Памятник архитектуры после реставрации



Рисунок 3 - Проект многофункционального комплекса

Архитектурно-композиционное и объемно-планировочное решения объекта состоят из новых разновысотных объемов и отреставрированных памятников деревянного зодчества, включенных в комплекс посредством организации в них музеев. Фасады новых объемов многофункционального комплекса решаются в современной стилистике без исторической имитации. В отделке фасадов применен долговечный качественный материал – «алюкобонд» и светопрозрачные купольные алюминиевые конструкции.

Проект будет представлен культурно-торгово-развлекательным комплексом. На первом этаже находится два музея: деревянного зодчества и современного искусства, предприятия общественного питания (рестораны, кафе), салон красоты, детский сад с индивидуальным выходом на огороженный участок кровли для прогулок, и торговые площади. На втором этаже четыре кинозала общей вместимостью до 170 человек, торговые помещения, детский развлекательный центр с кафе. Еще одна особенность зданий – наличие эксплуатируемых кровель. Благоустройство и озеленение кровель может создать прекрасную природную среду, идеально подходящую для рек-лакс-зоны (рисунок 4).

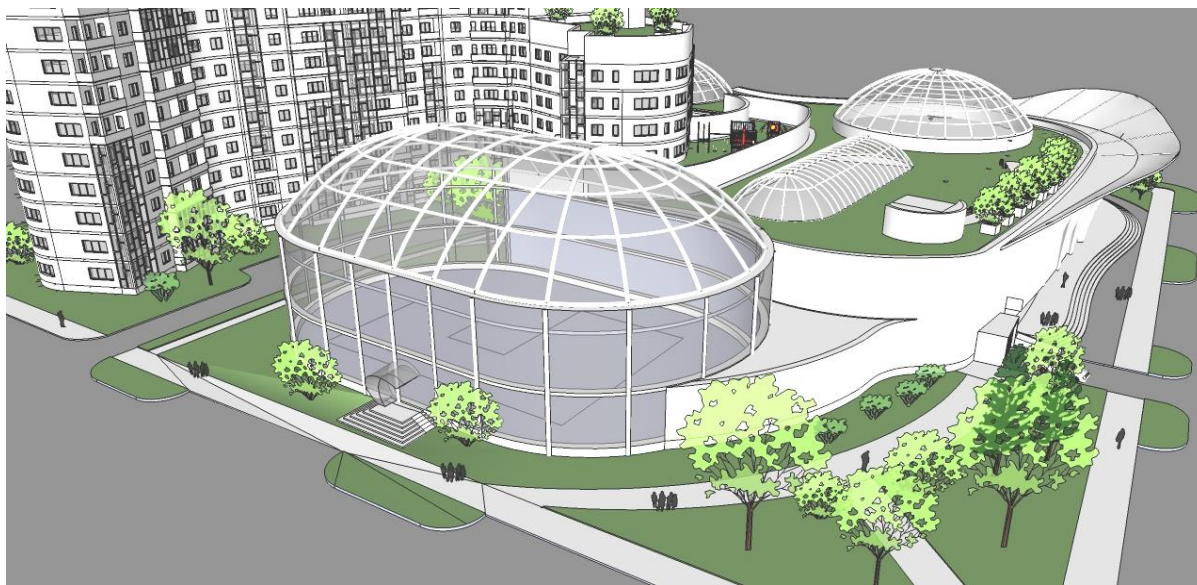


Рисунок 4 - Благоустройство и озеленение кровли ИЖК

Основной въезд-выезд в подземную парковку комплекса, относящийся так же и к жилой ячейке, осуществляется со стороны улицы Урицкого. Парковка рассчитана на 350 автомобилей и полностью обеспечивает потребности интегрированного комплекса. С уровня первого этажа производится загрузка товара торговых площадей. Вход в торговый комплекс организован в двух местах: главный вход на перекрестке улиц Урицкого и Октябрьской, а второй - со стороны улицы Урицкого, рядом с въездом в подземную парковку. Так же в торговые залы можно попасть из музейных территорий.

Генплан комплекса разработан с учётом существующей транспортной схемы района. Схема планировочной организации земельного участка вы-

полнена на основании топографического плана. Отведённый участок расположен в Железнодорожном районе между ул. Чаплыгина и Октябрьской. Площадь участка в границах землеотвода составляет 1.4 га. Рельеф участка имеет равнинный характер.

Схема планировочной организации земельного участка выполнена на основании задания на проектирование, в соответствии с требованиями СНиП 2.07.01-89* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», СНиП III-10-75 «Благоустройство территории» и Постановление мэрии города Новосибирска от 23.07.2007 № 563-а «Об утверждении Местных нормативов градостроительного проектирования города Новосибирска» на топографическом плане, выданном департаментом строительства и архитектуры Мэрии г. Новосибирска.

Расчетная зимняя температура наружного воздуха (СНиП 23-01-99):

пятидневки, обеспеченностью 0,92 - минус 39 град, суток обеспеченностью 0,92 - минус 42 град. Расчетная снеговая нагрузка (IV снеговой район по СНиП 2.01.07-85*) - 2,4 кПа. Нормативное ветровое давление (III снеговой район по СНиП 2.01.07-85*) - 0,38 кПа. Расчет сейсмичности площадки строительства (по ГОСТ 16350-80) - II₄.

Комплекс состоит из двух блоков - общественного многофункционального комплекса и жилых корпусов переменной этажности. При создании многофункционального комплекса предполагается произвести реставрацию памятников деревянного зодчества. Реставрируются фасады, несущие элементы и перекрытия. При реконструкции будут применяться новые строительные и отделочные материалы, современное оборудование торговых-развлекательных залов и выставочных пространств.

За относительную отметку +0.000 принята отметка чистого пола на первом этаже здания многофункционального комплекса. Общественный блок имеет два этажа. В качестве основного конструктивного решения принят сборный железобетонный каркас с сечением колонн 400×400 мм. Шаг колонн переменный 6х6 м; 9х9м. Толщина наружных стен 510 мм. Межэтажное перекрытие – железобетонные плиты, опирающиеся на балки. Кровля плоская эксплуатируемая. Высота одного этажа составляет 4,6 м. Перегородки выполнены из кирпича толщиной 250 мм и гипсокартона по металлическому профилю толщиной и 120 мм. Лестницы - сборные железобетонные ступени по металлическим косоурам. Для увеличения площади освещения используются светопрозрачные купола. На крыше блока размещаются вытяжные венткамеры. Организован внутренний водосток.

Кровля на отметке +10,100 - инверсионная эксплуатируемая с зеленым газоном. На железобетонной плите покрытия по стяжке устраивают гидроизоляционный ковер из двух слоев "Филизола", поверх которого укладывают плиты утеплителя. На теплоизоляцию настилают ковер из фильтрующего материала, а затем насыпают гравий. Рекомендуемый уклон инверсионных кровель 2,5-5%. В процессе эксплуатации крыши талая или дождевая вода

через гравийный слой протекает вниз, проходит через фильтрующий материал, частично через стыки между плитами утеплителя и стекает по гидроизоляционному ковру в водоотводящие устройства.

В жилых корпусах переменной этажности от 7-ми до 17-ти этажей конструктивное решение основывается на объемно-планировочных параметрах каркасов серии 1.020.1-2с.

В результате разработки проекта с учетом сочетания конфигурации небольшого участка и характера его расположения в городской среде, получена архитектурно-функциональная модель и найдено композиционное решение объекта: компактный современный объем многофункционального комплекса с ритмичной и разноэтажной жилой ячейкой.

Рентабельность интегрированного жилого комплекса будет осуществляться от продажи и аренды торговых и презентационных пространств, аренды автопарковок, выставочных пространств, доходов от работы ресторана, кинотеатра, кафе и музеев.

Многофункциональный комплекс представляет собой современную комфортную среду для работы и отдыха. Здесь создается творческая открытая коммуникация, которая будет развиваться и прирастать. Сочетание большого количества функций позволит удовлетворить потребности посетителей комплекса. На сегодняшний день в городе Новосибирске существует несколько торгово-развлекательных комплексов, но многие расположены в невыгодном с точки зрения транспортной доступности, расположении. Близость к метро ИЖК обеспечивает высокую транспортную доступность. Привлекательным так же является объемно – пространственное решение, архитектурный облик, материалы, из которых выполнена отделка фасадов здания.

Дом рассчитан на элитный класс - слой благополучных людей, отличающихся особым менталитетом, образом жизни, культурой, способом адаптации и самопрезентации. Эта категория людей отличается достаточно высоким уровнем образования и стремлением к саморазвитию. Элитный класс составляет основную массу потребителей культурно-развлекательных услуг. Предъявляет высокие требования к уровню комфорта жилища и прилегающей территории. Основные образы жизни - семейно-любительско-досуговый, престижно-парадный. Возможно, это люди, связанные с искусством, владельцы творческих мастерских, театральных студий, или просто расширяющие свой кругозор творческие личности.

Интегрированный жилой комплекс через сохранение памятников архитектуры «оживит» интерес к историческому наследию города, а заново построенные стилизованные современные объекты – улучшат качество жизни, внешний вид квартала, станут визитной карточкой города.

ПРИМЕНЕНИЕ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА

Боброва Е.Е.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье анализируется применение самоуплотняющегося бетона в промышленном и гражданском строительстве. Проведена оценка достоинств данного материала в сравнении с другими.

Ключевые слова: самоуплотняющийся бетон, высокопластичная бетонная смесь, виброуплотнение, сооружения тоннельного типа, энергозатраты, трудозатраты.

Самоуплотняющийся бетон (СУБ) - это инновационный бетон, который приготовлен из рационально подобранной высокопластичной бетонной смеси, не требующей виброуплотнения при укладке и способной уплотняться под действием силы тяжести, заполняя форму и достигая необходимого уплотнения даже в густоармированных конструкциях [2].

История возникновения самоуплотняющегося бетона началась ещё в 80-х годах XX века, когда в Японии при строительстве большепролётных железобетонных подвесных мостов впервые был применён новый вид бетона, позволивший без особого труда забетонировать сложные участки межопорных пролётов без проведения дополнительного виброуплотнения.

Благодаря уникальным свойствам и преимуществам самоуплотняющийся бетон достаточно быстро получил широкое распространение в странах Западной Европы. Сначала он использовался на предприятиях, производивших готовые железобетонные изделия. Затем начинает активно применяться в качестве так называемого транспортного бетона, т.е. бетона, который доставляется и укладывается непосредственно на строительной площадке. В частности, подобная технология была достаточно массово апробирована в Швеции в середине 90-х годов прошлого века при строительстве транспортных сетей Стокгольма.

В России СУБы начали производиться сравнительно недавно. Данный тип бетонов был успешно применен при сооружении ростверка пилона моста на острове Русский; при производстве мостовых балок на заводах и полигонах Мостотреста; при изготовлении буронабивных свай в г. Санкт-Петербурге. Также были успешные попытки применения самоуплотняющегося бетона в гражданском строительстве, в частности при возведении башен-небоскрёбов Международного делового центра «Москва-сити» в российской столице (рисунок 1).



Рисунок 1 – Международный деловой центр «Москва-сити»

Отдельно следует сказать о применении самоуплотняющегося бетона при строительстве вестибюлей и перрона станции метро «Горьковская» Нижегородского метрополитена (рисунок 2), где, по сути, впервые в России при возведении подземного сооружения тоннельного типа был применён самоуплотняющийся бетон, позволивший без проблем возвести сложные и объёмные конструктивные элементы. Однако стоит заметить, что на данном объекте полностью отказаться от обычного вибрируемого бетона строителям не удалось, ввиду специфики самоуплотняющегося бетона и ряда конструктивных особенностей самого объекта. В частности, днище станции было запроектировано под углом к горизонту и для равномерной подачи самоуплотняющейся бетонной смеси, имеющей большую подвижность, пришлось бы применять ряд дополнительных мер, предотвращающих стекание бетона вниз по направлению к уклону. Поэтому при бетонировании конструктивных элементов вестибюля и перрона станции метро «Горьковская» самоуплотняющийся бетон был использован только при возведении стен, колонн и перекрытий вестибюлей и перрона станции, расположенных выше уровня «пеньков» стен над днищем, а сами днища были устроены с использованием обычного бетона [1].

К главным достоинствам СУБ относят:

1. Возможность применения на площадках, значительно удаленных от места производства;
2. Снижение энерго- и трудозатрат, так как при укладке бетона не используются виброуплотнители;
3. Уменьшение времени реконструкции либо строительства;
4. Производство бетонных изделий с максимально качественной поверхностью;
5. Равномерное распределение смеси по всему объему.

Недостатками является:

1. Коэффициент ползучести выше этого показателя в обычном бетоне;
2. Цена самоуплотняющегося тяжелого бетона больше, чем у товарного.



Рисунок 2 - Станция Нижегородского метрополитена «Горьковская»

Изобретение самоуплотняющегося бетона, несомненно, повлекло и еще повлечет серьезные изменения в технологии производства бетонных работ, как на строительной площадке, так и на предприятиях, производящих готовые изделия из бетона. Преимущества использования самоуплотняющегося бетона очевидны. Это и улучшение условий труда, снижение травматизма, ускорение темпов строительства, снижение уровня шума при проведении работ [3].

Библиографический список

1. Применение самоуплотняющихся бетонов в транспортном строительстве: [Электронный ресурс].-Режим доступа: http://www.slavutich-media.ru/catalog/beton_i_zhelezobeton/0/primenenie_samouplotnyayushchihsya_betonov_v_transportnom_stroitelstve.html - 13.06.2015.
2. Самоуплотняющийся бетон (СУБ): [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://m350.ru/faq/cip/37/> - 14.06.2015.
3. Что такое самоуплотняющийся бетон: [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://expert74.com/nomer.php?art=330http://m350.ru/faq/cip/37/> - 13.06.2015.

ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ ИЗ МНОГОСЛОЙНЫХ 3D-ПАНЕЛЕЙ

Курлыкова Е.С.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье анализируется эффективное применение 3D-панелей в современном строительстве в России и за рубежом. Рассмотрена конструкция 3D-панели. Приведена технология монтажа конструктивных элементов здания. Проведена оценка достоинств данной технологии в сравнении с другими, а так же рассмотрена актуальность использования этой технологии.

Ключевые слова: 3D-панель, пенополистирол, торкретирование, несъемная опалубка, теплосбережение.

Отдавая должное традиционным способам возведения зданий из кирпича и дерева, рынок строительных материалов и услуг предлагает застройщику новые технологии в строительстве, позволяющие возводить дома быстрее, дешевле, с минимальными трудозатратами и, что особенно актуально, - с максимальным теплосберегающим эффектом [1].

К одной из самых современных технологий относится возведение зданий из многослойных 3D-панелей.

Данная передовая технология уникальна по своей простоте и экономичности, она обеспечивает теплосбережение и теплоизоляцию дома, снижение энергозатрат, позволяет сократить как расходы на строительство, так и сроки этого строительства.



Рисунок 1 - Здание из многослойных панелей 3D

Основа технологии – использование 3D-панелей заводского изготовления в качестве несъемной опалубки при монолитном строительстве и применение метода торкретирования.

Из панелей, изготавливаются все основные строительные элементы зданий, несущие стены, перекрытия, лестничные марши. Утеплитель придает панели высокие теплоизоляционные характеристики.

В конструктивном отношении, здания из многослойных 3D-панелей являются железобетонными, с несущими монолитными железобетонными стенами и монолитными железобетонными перекрытиями (рисунок 2).

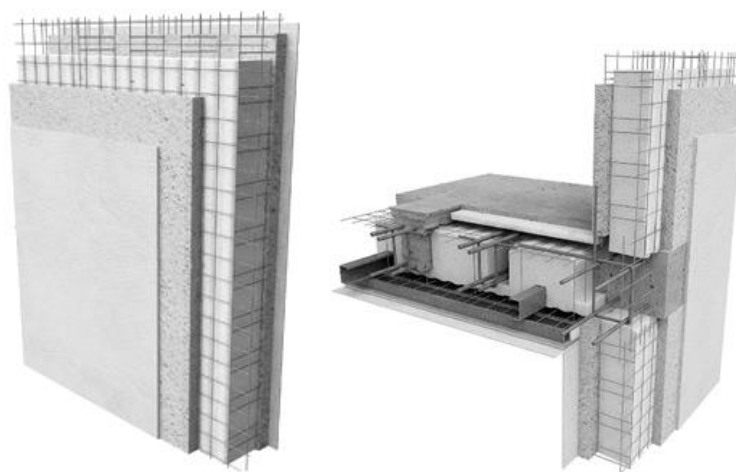
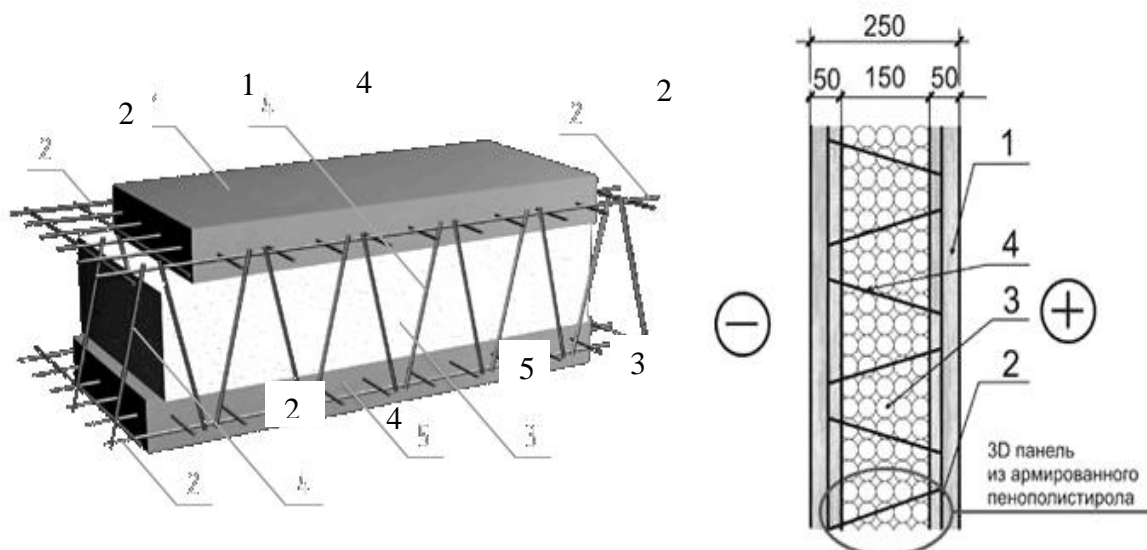


Рисунок 2 - Конструктивное решение стен и перекрытий

Мировой опыт возведения зданий по системе многослойных 3D-панелей позволяет эффективно использовать особенности системы для снижения стоимости строительства. Система прошла многолетнюю проверку и широко распространена в странах Европы, Канаде и США.

Эта технология самым оригинальным способом объединила в себе методы монолитного и панельного домостроения. Здесь используются произведенные в заводских условиях стеновые панели, которые и называют 3D-панелями. Эти панели (рисунок 3) представляют собой пространственную конструкцию, которая состоит из пенополистирольной плиты, (ее также называют сердечником). С обеих сторон плиты закреплены арматурные сетки, изготовленные из высокопрочной проволоки диаметром 3мм и имеющие ячейки 50x50мм. Сетки соединены пронизывающими пенополистирол стержнями-раскосами из высокопрочной стальной проволоки, приваренными к сеткам под углом, что придает конструкции пространственную жесткость, и не позволяет смещаться сердечнику плиты.

Основные конструктивные элементы системы (обычно самонесущие) представляют собой модульные панели стандартной шириной 1200 мм. Длина панелей может изменяться от 1,2 до 6 метров с учетом проектных требований [2].



1, 5 - слой бетона, нанесенный методом торкретирования; 2- сварная арматурная сетка; 3 - сердечник из вспененного самозатухающего полистирола; 4 - стальные стержни

Рисунок 3 - 3D-панель

Панели и иные строительные элементы системы доставляются на строительную площадку, где они крепятся к арматуре фундамента строящегося здания и соединяются воедино усиливающими элементами.

Способ бетонирования собранной коробки здания состоит в двухстороннем торкретировании мелкозернистым бетоном одинарных панелей после закладки арматуры, требуемой по проекту. В лотки панелей перекрытия и лестниц закладывается арматура, затем панели заливаются бетоном. Лестничные панели и панели перекрытий с нижней стороны торкретируются мелкозернистым бетоном. В результате образуется жесткая и монолитная железобетонная конструкция, отвечающая по прочностным свойствам всем строительным требованиям и обеспечивающая возможность возведения многоэтажных зданий.

Для возведения стен необходимо наличие арматурных выпусков из фундамента. Задача арматурных выпусков – предотвращение смещения монтируемых панелей, как по вертикали, так и по горизонтали.

Возведение стен всегда начинается с угла, являющегося своего рода «узлом», к которому постепенно присоединяются новые панели. Их скрепляют, связывая с арматурными выпусками фундамента, а также между собой, при помощи вязальной проволоки. После того, как стены возведены, стыки панелей перекрываются соединительными сетчатыми элементами. Это необходимо для получения сплошной покрывающей арматурной сетки.

Когда стены первого этажа собраны, на них укладывается перекрытие из 3D-панели с сердечником толщиной 100мм и количеством стержней-раскосов 200шт./м.кв. Для того, чтобы стеновые панели и панели перекрытия

не отклонялись от проектного положения, устанавливаются временные распорки, которые демонтируют после того, как схватится первый слой торкретбетона. Чтобы завершить армирование плиты перекрытия, по ее внешним краям, в дополнение к арматурным хомутам, укладывают продольно арматурные стержни диаметром 8мм для бетонирования монолитной рамы.

Порядок бетонирования таков: первый слой торкретбетона наносят сначала на внутреннюю и наружную поверхности стены, после чего - на нижнюю часть плиты перекрытия. Затем торкретбетон наносят на ее верхнюю часть и завершают торкретирование плиты перекрытия и стен.

Здание, выполненное по технологии из 3D панелей, будет обладать повышенной жесткостью по сравнению с традиционными конструкциями и не будет подвержено таким "болезням" как: появление трещин на стенах в процессе эксплуатации здания; неравномерная осадка фундамента; деформация витражных оконных проемов.

Многолетняя история применения технологии и эксплуатации зданий, возведенных по этой технологии, позволила обозначить область применения системы и ее основные преимущества:

- низкая себестоимость возведенного здания (стоимость 1м² в среднем от 15000 до 25000 руб. в зависимости от проекта), за счет уменьшения потребности в рабочих ресурсах;

- сокращении сроков строительства в 5-6 раз по сравнению с традиционными способами строительства;

- высокая прочность конструкции и большой срок эксплуатации;

- высокая звуко и теплоизоляция, соответствующие международным и российским стандартам);

- параметры по огнестойкости и распространению огня в соответствии с первой степенью огнестойкости;

- отсутствие необходимости в тяжелой строительной технике;

- возможность выполнения надстроек над существующими зданиями в зависимости от проекта;

- строительство в районах с ограниченной нагрузкой на грунт;

- реконструкция в условиях плотной застройки и ограниченной строительной площадки.

Данная технология имеет один недостаток - это, необычность или непривычность, которая, учитывая консервативность взглядов наших застройщиков, может ещё довольно долго сдерживать её распространение [3].

Библиографический список

1. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – Москва: Госстрой России, 2004.- 5 с.

2. ГОСТ 15888-86. Плиты пенополистирольные. Технические условия. – Москва:Издательство стандартов, 2005. – 10 с.

3. 3D-панель [Электронный ресурс].- Режим доступа:<http://.dob-dom.ru/stati/122-3d-panel>– 29.06.2015.

СТАТИЧЕСКОЕ ВДАВЛИВАНИЕ СВАЙ

Губко В.П.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Рассматривается технология статического вдавливания свай, которая является одной из наиболее перспективных технологий погружения свай.

Ключевые слова: типы вдавливающих свай, оборудование для вдавливания, основной принцип работы СВУ, статическое вдавливание свай.

В наше время вдавливание свай силовым методом является достаточно распространенной технологией погружения. Такой способ погружения свай гарантирует их целостность. Одним из главных достоинств вдавливания является отсутствие шумов, характерных для технологии забивки свай. Именно поэтому вдавливание свай относят к рекомендуемому, а в отдельных случаях и к единственно правильному способу. Ведь в условиях плотной городской застройки или при соседстве стройплощадки с муниципальными объектами (школа, детский сад, больница) применение забивного погружения бывает недопустимо. А буронабивной способ устройства свай стоит значительно дороже метода вдавливания [1].

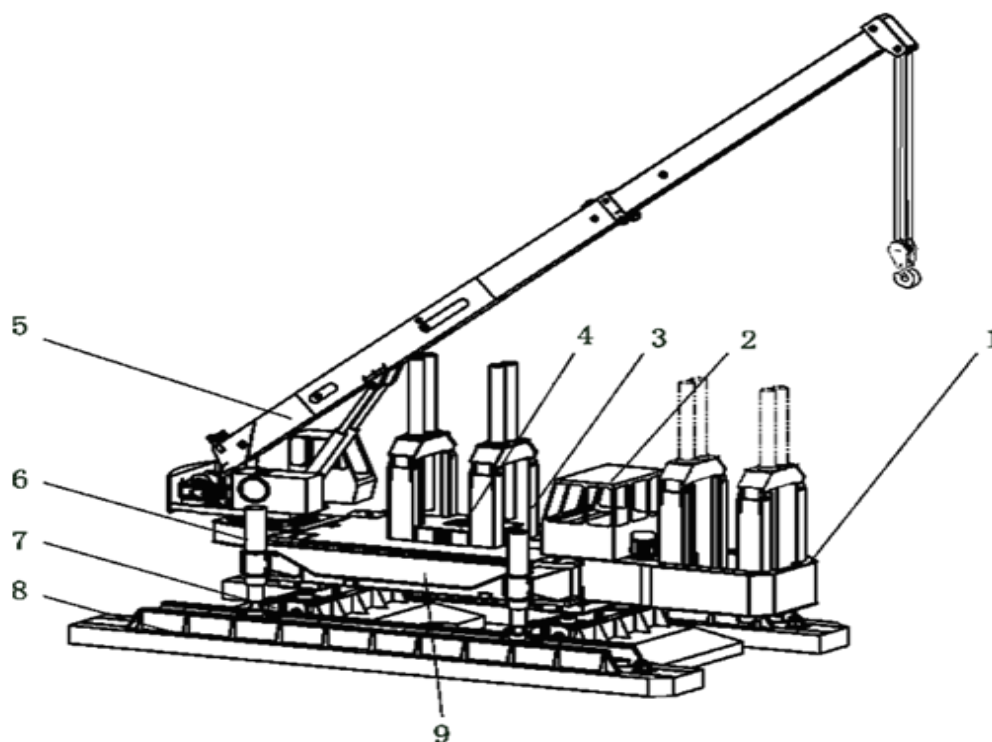
С помощью соответствующего оборудования можно вдавливать следующие типы свай:

- бетонную опору забивного типа с цельным стержнем, длиной от 3 до 12 метров;
- бетонную опору - оболочку с пустотелым стержнем, длиной от 3 до 12 метров;
- стальную опору набивного типа (обсадную трубу) длиной до 12 метров;
- стальную опору забивного типа (тавровую балку) длиной до 12 метров.

Специальная высокотехнологичная сваевдавливающая установка (СВУ) - это оборудование, предназначенное для вдавливания свай. На сегодня, только этой техникой возможно выполнение всего ряда специальных работ по погружению свай для фундаментов различного уровня. Сваевдавливающие установки безошибочно контролируют давление на сваи и арматуру, не позволяют материалам колебаться, сохраняют необходимую скорость погружения (в зависимости от состава и твердости почвы) а также отводят каждому уровню свою глубину

Сваевдавливающая установка (рисунок 1) представляет собой массивную тяжелую технику. Несмотря на свои размеры и укомплектованность, установки остаются мобильными, могут свободно передвигаться по заданной траектории стройки и не требуют лишних энергозатрат на транспортировку. Техника адаптирована на работу в различных режимах и способна в

подстройке для различных погодных условий и свойств фундамента.



- 1 - устройство бокового вдавливания; 2 - кабина оператора;
3 - сваевдавливающий механизм; 4 - зажимная коробка; 5 – крановая установка; 6 - механизм вертикального перемещения; 7 - механизм поперечного перемещения и поворота; 8 - механизм продольного перемещения;
9 - балка контрвеса

Рисунок 1 – Схема сваевдавливателя СВУ

Главное в СВУ – это зажимная коробка, закрепленная на прочной раме. Зажимная коробка оборудована узлом для захвата свай различного сечения. Следующими элементами являются механизм для перемещения установки, дополнительные гидромодули для силовой нагрузки и часть для противовеса. Гидромодули регулируют разнорежимность установки, корректируя силу нажатия, а также скорость и глубину погружения. Разработчики также учли, что сваевдавливающие установки могут использоваться на строительных объектах без электроснабжения. В данном случае, помимо стандартной комплектации с электродвигателями, можно использовать подобранные и усиленные дизельные генераторы для непрерывной удаленной работы техники. Также в установках существуют дополнительные детали и для бокового вдавливания свай (вдавливание свай переменным центральным и боковым способом ускоряют и упрощают работу для получения максимально прочной основы) [2].

Вдавливание свай может производиться в любой грунт, за исключением скальной породы. Из всего оборудования, предназначенного для данного процесса наилучшим образом себя зарекомендовал сваевдавливатель СВУ-

320 REVVORK(максимальное усилие вдавливания равно 110тн., производительность 14-15 свай за смену) По сравнению со своим предшественником СВУ В-6 (максимальное усилие 70тн., производительность 4-5 свай за смену) погружение свай производится без лидерного бурения, что значительно ускоряет процесс. При этом все сваи достигнут проектной отметки.

Технология вдавливания свай включает 3 этапа. На первом этапе свая крепится к стреле аппарата для вдавливания и подтягивается вверх. В итоге оголовок опоры втягивается в направляющую – квадратный короб, наваренный на стрелу. После подтягивания и фиксации сваи нужно откалибровать ее положение по вертикали. Это можно сделать с помощью стрелы аппарата, которая отклоняется от горизонтали на 7-12 градусов и поворачивается вокруг своей оси на 90 градусов в обе стороны. Затем откалиброванная свая заглубляется в грунт до расчетной отметки, которую указывают на теле сваи. Допускается расстояние между опорами 0,3-0,5 метра. Средняя по мощности машина обеспечивает скорость погружения свай до 2,5 м/мин. [3].

Данный технологический процесс включает в себя больше плюсов, чем минусов. К достоинствам относятся универсальность и дешевизна метода, щадящий режим погружения свай и точность погружения. К недостаткам можно отнести большие габариты и значительный вес рабочего оборудования сваевдавливателя. Причем и габариты, и вес машины мешают не самому процессу вдавливания, а лишь затрудняют транспортировку инструмента со склада на строительную площадку.

Стоит отметить, что по экономическим и технологическим факторам вдавливание свай более выгодно, по сравнению с забивными и буронабивными. Такой недостаток, как трудоемкое перемещение оборудования является ничтожным на фоне всех достоинств данного метода.

Библиографический список

1. Романов С.В. Методические рекомендации по технологии погружения свай вдавливанием [Текст] / С.В. Романов, Г.Я. Яременко, О.В. Литвин // Научное и учебно-методическое справочное пособие.- К.: Научно-исследовательский институт строительного производства Уосстроя УССР.- 1988.

2.Рекомендации по использованию вдавливающего оборудования: [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://revvork.ru/staticheskoe-vdavlivanie-svaj.html>.

3.Статическое вдавливание свай. Методика технологического процесса и его характеристика: [Электронный ресурс].-Режим доступа: <http://opalubok.ru/vdavlivanie-svaj.html>.

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОМОВ ИЗ ГРУЗОВЫХ КОНТЕЙНЕРОВ

Кузина А.С.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматривается вопрос повышения скорости строительства с минимальными затратами, как одно из наиболее перспективных направлений в развитии и применении инновационных технологий в строительстве.

Ключевые слова: инновации в строительстве, быстрота сборки, доступная стоимость, современный дизайн, удобство эксплуатации, грузовые (морские) контейнеры.

Проблемы с жильем возникают у многих и решение вопроса часто остается открытым. Есть альтернативные идеи решения вопроса, одна из которых строительство домов из старых грузовых контейнеров. Такой метод строительства жилья в западных странах уже практикуется [1].



Рисунок 1 - Жилой дом из грузовых контейнеров

Вариантов строительства такого жилья достаточно много. Все зависит от предполагаемой площади дома. Учитывая стандартные размеры, максимально возможная высота потолка 2,9 метра. В среднем для большого одноэтажного дома понадобится три контейнера. При этом внешние габариты будут составлять 12х7,3 метра. Контейнеры плотно устанавливаются один к одному и соединяются сварным швом изнутри. Все внутренние стенки убираются и из них впоследствии делаются перегородки для отдельных комнат внутри полученного строения (рисунок 1).

В боковых стенах вырезаются проемы для окон и вставляются металлопластиковые стеклопакеты. Сам контейнер предварительно тоже подготавливается. Внутри и снаружи тщательно зачищается от ржавчины, грунту-

ется и красится. Внутренняя отделка стен и утепление жилища зависит от хозяина строения. Лучший вариант пенопласт толщиной 10 мм и водостойкий гипсокартон. Также можно использовать для утепления минеральную вату. Все материалы кладутся внахлест, а между ними стелется специальная пароизоляционная пленка. Стены будут ровными, и можно внутри производить ремонтные работы любой сложности. Так же утепляется пол и потолок. При утеплении пола и потолка теряется около 200 мм высоты и получается стандартная высота квартиры 2,7 метра [2].

В наше время в разных уголках мира можно обнаружить огромное количество разнообразных зданий из грузовых контейнеров. Это могут быть и небольшие частные дома площадью в несколько десятков квадратных метров, и масштабные, многоэтажные сооружения промышленного и коммерческого предназначения.

Одним из самых впечатляющих зданий из контейнеров является отель CitizenM в Лондоне – шестиэтажная бюджетная гостиница, возведенная на берегу Темзы (рисунок. 2). При этом количество ее уровней и номеров легко можно менять, в зависимости от сезона [3].



Рисунок 2 - Отель CitizenM в Лондоне

Блок-контейнеры оказались уникальным строительным модулем. Одного контейнера вполне достаточно, чтобы оборудовать внутри, по меньшей мере, одну комнату или даже компактный летний домик. У частных домов из контейнеров есть много плюсов:

1. Современный дизайн. Морской контейнер является уникальным строительным модулем, совмещающий в себе прочность, легкость, долговечность и мобильность конструкции. Дома из морских контейнеров имеют необычную, современную кубическую архитектуру. Конструктивная возможность использования эксплуатируемой кровли, размещения панорамных окон - делают дома из морских контейнеров яркими представителями fusionархитектуры.

2. Доступная стоимость. Стоимость готовых домов из морских контейне-

ров, значительно ниже аналогичных домов по площади, собранных на основе каркасных технологий строительства или из деревянного бруса (таблица 1).

Таблица 1 – Расчет стоимости монтажа дома из трех контейнеров (тыс. руб.)

Стоимость списанного контейнера	Доставка	Переоборудование контейнеров	Стоимость монтажа	Непредвиденные расходы	Итого:
35 - 40	15	100	300	150	670

В непредвиденные расходы включены: проведение канализации, минимальный фундамент для ровной установки здания, подведения необходимых коммуникаций (вода, свет). За счет уникального рельефа металлических стен контейнера, в бюджетном варианте, фасад можно ничем не отделывать, а только прогрунтовать и качественно покрасить.

2. Быстрота сборки. Короткие сроки строительства, возведение среднего дома для семьи с минимальной отделкой фасада и интерьера займет одну-две недели. Строительство домов из морских контейнеров можно производить на участках с любым рельефом, с использованием винтовых фундаментов. Отсутствие «мокрых» видов работ и конструктивная особенность морских контейнеров дает возможность проводить сборку круглогодично.

3. Удобство эксплуатации. Модульный дом является энергосберегающим и экологически чистым жилищем. При его строительстве использованы экологически чистые материалы, ведь сам контейнер изготовлен из чистой стали. В доме спроектировано большое количество панорамных окон, что подразумевает обилие естественного освещения.

Надежный и долговечный, экологически чистый дом может быть построен в любых климатических условиях, от суровых северных, до жарких южных, достаточно правильно рассчитать термоизоляцию. К тому же он устойчив к неблагоприятным природным явлениям, таким как землетрясения и ураганы [4].

Библиографический список

1. Асаул А.Н. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства [Текст]: Научное справочное пособие / А.Н. Асаул, Ю.Н. Казаков, Н.И. Пасяда.- Москва: Гуманистика, - 2005. – 563 с.

2. Грузовые контейнеры, стекло и дерево - дома нового поколения: [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://stroyres.net/novosti/doma-iz-gruzovih-konteynerov.html>-12.06.2015.

3. Дом из контейнеров: простота и высокоэкологичность: [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/241014/28278/>-12.06.2015.

4. Строительство и дизайн. DomBoxx: [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://domboxx.ru/>-12.06.2015.

ЗИМНЕЕ БЕТОНИРОВАНИЕ ПРИ МОНОЛИТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Белоусов Н.С.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматриваются проблемы, возникающие в практике монолитного бетонирования при низких и отрицательных температурах, а также пути их решения.

Ключевые слова: монолитное строительство, зимнее бетонирование, бетон, критическая прочность, прогрев, термомат, тепловая пушка.

Монолитные бетонные и железобетонные конструкции находят все более широкое применение при строительстве гражданских зданий, особенно многоэтажных и высотных. Переход к методам монолитного домостроения неслучаен. Строительство из монолитного бетона позволяет проектировщикам и архитекторам воплотить самые смелые по архитектурной выразительности, проекты зданий, осуществить свободную планировку квартир.

Но существует ряд проблем, решение которых позволит сделать бетонирование круглогодичным, ускорить процесс возведения монолитных зданий, повысить качество бетона и конструкций из него. К этим проблемам следует отнести следующие:

1. Отсутствие надлежащего контроля бетонных смесей при их доставке на объект, из-за чего невозможно установить данные о температуре смеси, её подвижности;

2. Недоуплотнение бетона, ведущее к нарушению сплошности конструкций, оголению арматуры, снижению её несущей способности;

3. Отсутствие контроля температуры твердения бетона, что часто ведет к недобору прочности в контролируемом возрасте;

4. Нарушение технологии прогрева бетона в монолитных конструкциях, что обуславливает недобор прочности, как в промежуточном, так и в проектном возрасте;

5. Некачественная подготовка опалубки, в том числе использование некачественной смазки, приводящее к искривлению конструкций и дефектам поверхности бетона;

6. Применение арматурной стали, пораженной поверхностной коррозией (ввиду неправильного её складирования); несоблюдение толщины защитного слоя бетона.

Особенно ответственным и сложным периодом при монолитном строительстве является процесс бетонирования в условиях отрицательной температуры окружающей среды. При низких положительных температурах ско-

рость гидратации замедляется, а при отрицательных свободная вода, не вступившая в реакцию с цементом, замерзает и превращается в лед, тем самым увеличиваясь в объеме. При этом возникают большие по величине внутренние напряжения и, если бетон не набрал достаточной прочности, изнутри происходит разрушение его структуры. По современным представлениям сущность влияния температуры на гидратацию цемента заключается в изменении химической активности воды. С повышением температуры активность воды возрастает. Молекулы воды становятся подвижнее, а их взаимодействие с частицами цемента интенсивнее, что способствует более быстрой гидратации и набору прочности. С повышением температуры при оттепелях или весной бетон оттаивает и процесс твердения возобновляется, но возникшие при замораживании нарушения структуры остаются, и в результате наблюдается снижение прочности. Раннее замораживание бетона вызывает также снижение сцепления арматуры с цементным камнем ввиду образования на поверхности арматуры и заполнителя тонких слоев льда. Этими факторами может быть обусловлено снижение несущей способности и долговечности монолитных конструкций, выполненных в зимний период при отрицательных температурах [4].

В соответствии с требованиями СП 70.13330.2012 [1] бетонирование монолитных конструкций в зимних условиях, осуществляемое при ожидаемой среднесуточной температуре наружного воздуха ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ и минимальной суточной температуре ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, должно производиться в оптимальных температурно-влажностных условиях. Необходимым условием при зимнем бетонировании является ускоренный набор достаточной прочности на ранней стадии твердения бетона.

Внутренняя температура бетона зависит от количественного показателя тепла, выделяющегося в результате экзотермической реакции гидратации цемента. Но этого тепла, как показывает практика, недостаточно для достижения критической прочности в короткие сроки. В соответствии с требованиями [1] температура бетонной смеси перед укладкой в массивные конструкции должна быть не ниже $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$, а в тонкостенные - не ниже $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обеспечить такие температурные условия при отрицательных температурах только за счет экзотермии цемента не всегда удается. Поэтому запас внутреннего тепла увеличивают путём подогрева бетонной смеси. При бетонировании конструкций для достижения распалубочной прочности в короткие сроки применяют подачу тепла извне сразу после укладки и уплотнения бетонной смеси.

Тепловая обработка является практически единственным способом ускорения твердения бетона, а в зимнее время – условием достижения прочности монолитных бетонных и железобетонных конструкций. Существует несколько основных технологических способов подогрева бетонной смеси:

1. Подвод тепла посредством нагревательных проводов (рисунок 1), предварительно закрепленных на арматурных стержнях металлического каркаса. Этот наиболее трудоемкий метод получил широкое распространение

благодаря возможности контролировать и регулировать температурный режим прогрева на всей технологической стадии [2].



Рисунок 1 - Провод для прогрева бетона

2. Обогрев бетона с использованием термоматов (рисунок 2) обладает многими преимуществами перед другими способами прогрева бетонных конструкций. Тепло распределяется равномерно по всей поверхности, без зон локального перегрева. Это значительно ускоряет процесс твердения бетона. Конструкция термомата такова, что все тепло расходуется на прогрев бетона, а не на обогрев окружающей среды. Поэтому этот способ прогрева является еще и самым экономичным [3].



Рисунок 2 - Обогрев бетона в стыке колонн с использованием термоматов

3. Прогрев тепловыми пушками (рисунок 3). При этом способе выдерживания устанавливается временный каркас, укрываемый плёнкой. Под эту плёнку ставятся тепловые пушки. Чем выше будет температура под пленкой, тем быстрее будет идти процесс набора прочности [2].



а)



б)

а) – накрытый брезентовым пологом фундамент; б) тепловая пушка

Рисунок 3 –Обогрев бетона тепловыми пушками

Основным видом контроля твердения бетона в соответствии со СП70.13330.2012 [1] является измерение температуры в различных точках конструкции. В ходе провидимых проверок выполняются контрольные замеры температуры бетона при прогреве, контролируется достоверность и правильность заполнения журнала ухода за бетоном, оценивается комплекс выполняемых мероприятий по зимнему бетонированию в соответствии с утвержденными технологическими регламентами.

Специалисты лаборатории испытаний строительных материалов и конструкций регулярно выявляют низкое качество проводимых работ по бетонированию конструкций в зимний период времени. Часто выявляется несоответствие выполняемых мероприятий требованиям проектной документации: не утепляются открытые поверхности бетона и выпуски арматурных стержней, отсутствует утепление опалубки, поверхности распалубленной конструкции не защищаются от резкого перепада температур. Результатом этого является: образование трещин; недостаточная прочность бетона; отсутствие сцепления арматуры с бетоном; снижение долговечности железобетонных конструкций.

Для того чтобы зимнее бетонирование отличалось эффективностью, необходим постоянный контроль за характеристиками прочности бетона, и температурой. Необходимо обеспечить соблюдение всех требований и норм при зимнем бетонировании и исключить отклонение режимов выдерживания бетона от принятых стандартов.

Библиографический список

1. Свод правил. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87
2. Зимнее бетонирование при монолитном строительстве: [Электронный ресурс].-Режим доступа:http://www.germostroy.ru/art_448.php–15.06.2015.
3. Зимнее бетонирование: [Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://www.ceiis.ru/press-centr/novosti/zimnee-betonirovanie/>–15.06.2015.
4. Хаютин Ю.Г. Монолитныйбетон: Технология производства работ [Текст]: Учебное пособие /Ю. Г. Хаютин–М. Стройиздат, - 1991.- 573 с.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ СПОСОБЫ ОТОПЛЕНИЯ: ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СВАИ

Поправка И. А.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматривается альтернативный способ отопления в виде систем энергетических свай и применение ЭС на практике.

Ключевые слова: инновации в строительстве, энергетические сваи, геотермальная энергия, тепловой насос, грунтовый теплообменник, системы кондиционирования.

20 век – век новейших технологий поражает инновациями в строительстве. Одно из этих инноваций энергетические сваи. Впервые об этом изобретении заговорили в 90-х годах прошлого столетия в Швейцарии, а первые здания, опирающиеся на ЭС, построены в Германии в конце того же века. Система ЭС представляет собой опускаемые на значительную глубину бетонные сваи, траншейные стены или другие установленные в земле статические бетонные элементы, в которые интегрированы пластиковые трубы. Используя геотермальную энергию земли теплоёмкий раствор, циркулирующий по трубам, с помощью теплового насоса может обогревать или плавно охлаждать здание в зависимости времени года.

Рассмотрим несколько примеров использования ЭС в строительстве современных зданий. Здание Энергетического форума, построенного в центре Берлина в 2003 году, площадью около 21 тыс. м². Оно опирается на 198 ЭС, каждая из которых заглублена на 8,5 м. Внутри каждой сваи размещены две U-образные полиэтиленовые петли, подобные тем, что устанавливаются в вертикальных грунтовых теплообменниках, которые обычно устраивают для отбора тепла, используемого в отопительных системах коттеджей. Общая длина трубок составляет 6732 м. Тепло, отнятое от грунта, передается в офисные помещения через греющие бетонные панели общей площадью 4100 м². Эти же панели служат для летнего охлаждения здания. Следует отметить, что тепловой поток от ЭС составляет лишь 17 % тепловой мощности отопительной системы здания, а остальное тепло поступает из городской теплотрассы. В другом здании [2], построенном в Германии в 1999 г. глубина свай достигает 50 м. В 112 сваях, диаметр которых 1,5–1,8 м, размещено 80 км труб, по которым циркулирует вода. Общая площадь помещений здания составляет 101 705 м². Несмотря на то, что в здании установлена когенерационная установка, ее электрической мощности недостаточно для обеспечения потребностей в холоде для системы кондиционирования. Поэтому

часть холодильной нагрузки покрывается за счет ЭС, из которых летом извлекается холод без использования холодильных машин.

В голландском поселке Veenendaal построено офисное здание общей площадью 10 000 м². Свайный фундамент этого здания включает в себя 350 свай, из которых 150 выполняют функции ЭС. Для того, чтобы работа одной ЭС не влияла на эффективную работу другой, они расположены друг от друга на расстоянии от 5 до 10 м. Тепловая мощность теплового насоса в этом здании составляет 100 кВт.

В одном из Оксфордских колледжей австрийской компанией Enercret выполнена отопительно-охлаждающая система, включающая в себя 15 ЭС диаметром 750 мм длиной 12,5 м, 14 ЭС диаметром 600 мм длиной 12,5 м и 61 ЭС диаметром 450 мм и длиной 5 м. Общая длина вложенных в эти сваи труб диаметром 20×2 мм, выполненных из полиэтилена высокой плотности, составляет 6100 м. Других источников тепла и холода в здании нет. Тепло и холод подаются в помещения через потолочные бетонные панели с замоноличенными в них полиэтиленовыми трубами. 80 % необходимого для кондиционирования воздуха холода подается в панели непосредственно из ЭС. Только после того, как температура холодоносителя, подаваемого из ЭС, превысит 19 °С, включается тепловой насос, который в это время работает как холодильная машина. Средняя температура жидкости, циркулирующей через ЭС, колеблется в интервале от +1 °С зимой до +27 °С в летний период. Трубы образуют один циркуляционный контур, из которого наружу выходят только два патрубка, защищенные кожухом. В то же время, на других объектах, где используют ЭС большей длины, в одной свае могут быть две и больше петель полиэтиленовых труб. Перед началом бетонирования трубы испытывают гидравлическим давлением, равным 7 бар, а процесс бетонирования ведут аккуратно, чтобы не повредить трубы. Концевые участки трубопроводного контура герметично закрывают колпаками, защищающими трубы от попадания в них грязи [3].

В заключении следует отметить, что с помощью систем ЭС можно обеспечить дом постоянным притоком тепловой энергии, за которую не нужно платить. Несомненным плюсом здесь является и то, что энергия, данная самой природой, является экологически чистой. Также установка ЭС позволяет совместить затраты на фундамент и устройство грунтового теплообменника, в последующем, экономить на энергопотреблении.

Библиографический список

1. Энергетические сваи [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.uponor.ru/building/решения/геотермальные-системы/энергетические-сваи.aspx> (01.07.2015).
2. Табунщиков Ю.А. Энергоэффективные здания / Ю.А. Табунщиков, М.М. Бродач, Н.В. Шилкин.- Москва: АВОКПресс, 2003. - 200 с.
3. Tony Suckling Energy piles for Pallant house// Ground Engineering.- 2004.-С. 27-29.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ УТЕПЛИТЕЛЬ, ПОЛНОСТЬЮ ИЗГОТОВЛЕННЫЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Истерин Е.В.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматривается вопрос о совершенно новом способе теплоизоляции зданий с помощью вспененных древесных плит.

Ключевые слова: экологически чистый материал, полностью изготовленный из древесины, годный к повторной переработке, очень легкий материал, высокая устойчивость к механическим нагрузкам и влажности.

Как известно, большинство вспененных материалов изготавливается из пластика, полученного из нефти, поэтому эти материалы не могут считаться безопасными для окружающей среды и здоровья человека [3]. Но в скором времени на рынке, возможно, появится достойная альтернатива обычному пенопласту - новый инновационный пенопласт, полностью изготовленный из древесины, не только более экологически чистый, но и годный к повторной переработке материал. В долгосрочной перспективе «древесная пена» может заменить обычные материалы, используемые для теплоизоляции зданий.



Рисунок 1 - Древесные плиты

Новый материал имеет такие большие преимущества и потенциал, что даже выиграл премию GreenTec 2015 в категории «Строительство и Жизнь»[1].

«Древесная пена» производится только из хвойных пород деревьев. Хвойная древесина мелко измельчается, выпаривается в больших сосудах, а затем выкладывается в плиты под прессом определенной формы, размеров и толщины. После высыхания этой массы определенной формы получается так называемая древесная плита. Связующим элементом древесных волокон является хвойная смола, которая содержится в самой хвое, на этапе выпаривания именно она и является склеивающим элементом волокон.

Полученная древесная масса представляет собой очень легкий материал, который может быть сформирован в твердые толстые панели или гибкие тонкие листы (рисунок 1), в зависимости от назначения использования. Как и другие продукты на основе древесины, древесные плиты можно разрезать или распиливать на части нужных размеров.

Вспененная древесина является идеальным материалом для теплоизоляции дома, где необходимо сохранить тепло внутри помещений и тем самым создать благоприятный микроклимат. В отличие от других изоляционных материалов на основе древесины, таких как ДСП или древесноволокнистой шерсти, древесная пена имеет высокую устойчивость к механическим нагрузкам и влажности, поэтому не имеет тенденцию к разрушению под собственным весом [2].

В настоящее время ученые из института в Брауншвейге экспериментируют с древесиной различных пород, чтобы определить наиболее подходящее сырье для этой технологии.

Библиографический список

1. Создание нового способа утепления: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kgsi.ru/sozdanie-novoy-modeli-otopitelya/> - 15.06.2015.
2. Альтернативная энергетика, Строительство: [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vzavtra.net/materialy/novyj-innovacionnyj-penoplast-polnostyu-izgotovlennyj-iz-drevesiny.-> 15.06.2015.
3. Айрапетов Г.А. Строительные материалы: учебно - справочное пособие; под ред. Г.В. Несветаева. - Изд. 3-е, перераб. и доп. - Ростов н/Д.: Феникс, - 2007. - 215 с.

УДК 696.48-67

СОЛНЕЧНОЕ ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Ситникова Ю.С.

Научный руководитель: Автушко Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: drakyluna@mail.ru*

Рассматривается альтернативный источник энергии – солнце. От солнца можно получать дополнительную энергию и использовать её на бытовые нужды, например, для получения горячей воды.

Ключевые слова: солнечная энергия, гелиоустановка, горячее водоснабжение, солнечный коллектор.

Изменения в обеспечении топливом, постоянный рост цен на него, заставляют искать дополнительные источники энергии. В последнее время активно изучается возможность использования энергии солнца для различных

целей, в том числе для получения горячей воды для бытовых нужд, так как на её приготовление расходуется значительная часть потребляемой энергии.

Установки солнечного горячего водоснабжения применяются в основном для обеспечения горячей водой конкретного объекта - жилого дома, больницы, гостиницы. Хотя в мировой практике известны крупные гелиоустановки для централизованного горячего водоснабжения населенных пунктов с несколькими тысячами жителей.

Солнечная водонагревательная установка (рисунок 1) состоит из солнечного коллектора, теплообменного контура и аккумулятора тепла (бака с водой).

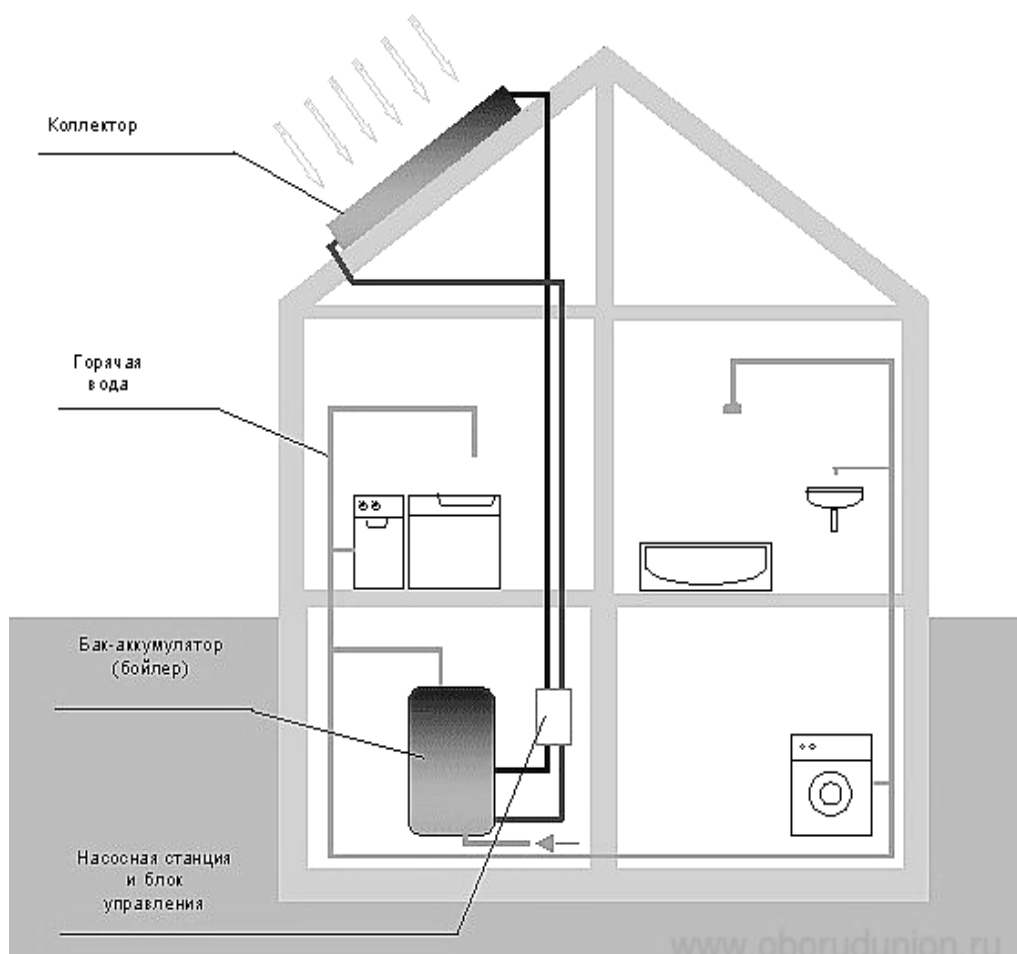


Рисунок 1- Устройство водонагревательной установки

Через солнечный коллектор циркулирует теплоноситель (обычно пропилен-гликоль). Теплоноситель нагревается в солнечном коллекторе энергией солнца и отдает затем тепловую энергию воде через теплообменник, вмонтированный в бак-аккумулятор. В бак-аккумуляторе хранится горячая вода до момента ее использования, поэтому он должен иметь хорошую теплоизоляцию. В первом контуре, где расположен солнечный коллектор, может использоваться естественная или принудительная циркуляция теплоносителя. В бак-аккумулятор может устанавливаться электрический нагрева-

тель-дублер. В случае понижения температуры воды в баке-аккумуляторе ниже установленной (продолжительная пасмурная погода) нагреватель-дублер автоматически включается и догревает воду до заданной температуры.

Солнечные коллекторы (плоские или вакуумные) размещают, как правило, на крыше здания, если ее площадь достаточна для размещения требуемого количества коллекторов и конструкция кровли позволяет это сделать. Приемлемы и другие варианты установки коллекторов (рисунок 2).



Рисунок 2 - Варианты размещения коллекторов

В любом месте размещения солнечной установки необходимо соблюдать условия ее незатенения в течение дня соседними строениями, растительностью и другими помехами.

Использование солнечных установок горячего водоснабжения достаточно эффективно в европейской части России, Горном Алтае, в южной части Западной и Восточной Сибири, в Забайкалье, на Дальнем Востоке.

Срок службы солнечных коллекторов 15-30 лет, остального оборудования - не менее 5 лет (в зависимости от типа и производителя). Стоимость установки рассчитывается индивидуально для каждого потребителя и зависит от сложности объекта. Например, для жилого дома, расположенного в г. Горно-Алтайске (рисунок 3), стоимость установки с монтажом составила 180 тыс. руб. (число солнечных коллекторов - 2 шт., объем двухконтурного бака-аккумулятора - 250 л., номинальная тепловая мощность - 2 кВт).



Рисунок 3- Жилой дом в Горно-Алтайске с солнечной установкой

Решение об использовании солнечной установки в определенном пункте для конкретного потребителя должно приниматься на основе технико-экономического анализа с учетом расчетной теплопроизводительности установки, требуемых затрат на ее создание, местных тарифов. Установка системы солнечного горячего водоснабжения позволяет получить до 75% экономии.

Объективные условия, состоящие в постоянном повышении тарифов на электроэнергию и тепло, позволяют рассчитывать на развитие в этой сфере. Несмотря на сложные климатические условия, во многих регионах России солнечное водоснабжение достаточно эффективно.

УДК 72.05

ДОСТУПНОЕ ЖИЛЬЕ ДЛЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ГРУПП НАСЕЛЕНИЯ

Черданцева Д.П.

Научный руководитель: Автушко Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: tparikt@mail.ru*

Рассмотрен вариант решения проблемы доступности и комфортного проживания людей с ограниченными возможностями в многоквартирном жилом доме, исходя из потребностей данной группы населения.

Ключевые слова: маломобильные группы населения, архитектурно-планировочные решения, специализированное оборудование.

Существует высказывание «мой дом - моя крепость», т.е. дом – это

место, где каждый из нас должен чувствовать себя максимально безопасно и комфортно, но, к сожалению, для людей с ограниченными возможностями жилище поистине становится крепостью, в которую сложно попасть и сложно выбраться из нее. Если обычному человеку реалии быта и повседневности приносят удовольствие, то людям с ограниченными возможностями доставляют определенные трудности в их и без того не легкой жизни.

Для решения проблемы доступности и комфортного проживания инвалидов-колясочников в многоквартирном доме, был выполнен проект девятиэтажного трехсекционного крупнопанельного жилого дома, с квартирами для людей с ограниченными возможностями, расположенными на первом этаже (всего девять квартир).

Подготовка таких квартир включает в себя технический и эстетический аспекты. Эстетика таких мест может принимать индивидуальный характер, зависящий от вкуса проектировщика и от требований групп населения, для которых делается проект, а вот технический аспект строго регламентирован СП 59.13330.2012 «Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения». В соответствии с требованиями данного документа должен быть обеспечен беспрепятственный доступ инвалидов и других маломобильных групп населения к зданиям и сооружениям, их безопасная эксплуатация без необходимого их последующего переустройства и приспособления. Поэтому вход в квартиры предусмотрен из общего подъезда, оборудованного пандусами шириной 1,00 м с противоскользящим покрытием и уклоном 6% (для безопасного подъема людей с ограниченными возможностями), поручнями. Входная дверь предусмотрена с механизмом открывания с кнопки и удерживания в открытом положении в течение 6 - 7 сек. Подъем на уровень первого этажа осуществляется с помощью лестничной наклонной электрофицированной платформы (рисунок 1). Для удобства эксплуатации лестничного марша платформа предусмотрена складная, в сложенном виде занимает всего 0,28 м, заряжается от аккумулятора, также платформу можно использовать для подъема колясок с детьми, грузоподъемность платформы до 300 кг.



Рисунок 1- Лестничная наклонная электрофицированная платформа

Для удобства проезда в квартирах дверные проемы увеличены до 0,90 м и более, убраны некоторые перегородки.

Санитарно-технические узлы совмещенного типа, увеличенной площади, оборудованы специализированными приборами (рисунок 2).



Рисунок 2- Специализированные санитарно-технические приборы

При оснащении санузла таким оборудованием необходимо учитывать специфику каждой зоны. Например, умывальник навесного типа с плоским, выведенным к стене сифоном, позволяющим вплотную подъехать к прибору на инвалидной коляске. Унитаз с увеличенной проекцией в длину, такая конструкция обеспечивает надёжную посадку и упрощает гигиенические процедуры. Все санитарно-технические приборы оборудованы складными поручнями, выполненными из анодированного алюминия, они отличаются высокой прочностью, снабжены противоскользящим покрытием. Правильно устроенная душевая кабина удобна для тех, кому трудно принять гигиеническую процедуру самостоятельно, а также для пользователей в инвалидной коляске. Кабина предусмотрена с плоским поддоном, выполненным вровень с полом, откидным сетчатым креслом для удобства выполнения гигиенических процедур.

Для безопасности жильцов-инвалидов предусмотрена портативная кнопка SOS, позволяющая незамедлительно позвать на помощь из любого места в квартире.

Человечество всегда идет по пути прогресса, новейшие методы строительства, материалы, все это становится чем-то привычным, обыденным. В то же время, на решение проблем людей с ограниченными возможностями

выделяется крайне мало средств и ресурсов. Хотелось бы, чтобы не только заказчики и проектировщики, но и все окружающие обращали особое внимание на данную группу населения и делали все возможное для их безопасности и комфорта.

УДК 628.2

СБОР И ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОЖДЕВЫХ И ТАЛЫХ ВОД С КРОВЕЛЬ ЗДАНИЙ

Овечкина О.А.

Научный руководитель: Автушко Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: lesyabelka2504@mail.ru*

Рассмотрена актуальная на сегодняшний день проблема энергоресурсосбережения. Расточительство водопроводной воды может привести к её недостатку. При рациональном использовании расходы питьевой воды можно сократить почти вдвое. Одним из вариантов ресурсосбережения является сбор и повторное использование дождевых и талых вод.

Ключевые слова: дождевая вода, полив зеленых насаждений, резервуар для сбора и хранения воды, погружной насос, кабельная система снеготаяния.

Водопроводную воду питьевого качества необходимо использовать только в трех случаях: для приготовления пищи, личной гигиены и мытья посуды. В остальных случаях допустимо, а то и предпочтительней пользоваться другой водой, например, дождевой, собираемой с кровли здания.

Для того, чтобы система повторного использования дождевой воды являлась целесообразной, необходимо соблюдать баланс между количеством осадков, собираемых с кровли и количеством необходимой для бытовых нужд воды не питьевого качества.

Не следует забывать, что целесообразность использования ливневой воды для тех или иных нужд определяется не только количеством осадков, выпадающих в том или ином регионе, но и площадью кровли, с которой собирается сток.

Одним из способов использования дождевой воды, является полив зеленых насаждений, газонов и цветников.

Например, при площади кровли 409,00 кв. м. среднегодовой объем дождевых вод, собираемых с этой кровли, составляет 96,00 м³/год (для Кемеровской области). Если площадь поливаемых насаждений составляет 77,50 кв. м., то количество необходимой воды для полива один раз в сутки - 390,00 л/сутки. При каждодневном поливе зеленых насаждений с апреля по октябрь, общее количество воды, необходимой для полива составит 82,00 м³/год. Проектирование такой системы является целесообразным, т.к. со-

блюдается баланс между количеством осадков, собираемых с кровли и количеством необходимой для полива воды.

Еще один альтернативный способ – повторное использование воды в смывных бачках. Для этого необходимо собирать сток круглогодично. Для сбора воды в зимнее время года применяется кабельная система снеготаяния (рисунок 1).

Терморегуляторы и датчики постоянно контролируют температуру в месте установки и в случае необходимости включают или выключают систему. Таким образом, подогрев начинается перед выпадением снега и заканчивается, как только угроза обледенения остается позади. При использовании системы снеготаяния попутно решается проблема образования сосулек и удаления снега с кровли.



Рисунок 1 - Система снеготаяния

При той же площади кровли (409,00 кв. м.), проектировать систему круглогодичного сбора осадков для использования в смывных бачках нецелесообразно, т.к. общего объема стока хватит лишь на несколько месяцев. Система будет рациональна при большей площади кровли.

Если же количество осадков сильно превышает требуемый объем, то воду можно использовать и для других нужд.

Система по сбору дождевых вод, например, со скатной кровли, выглядит следующим образом: сток стекает в желоба, откуда поступает в водосточную трубу и далее попадает в лотки, по которым собранная вода поступает в подземный резервуар (рисунок 2).



Рисунок 2 - Подземный резервуар

Качество собранной воды зависит не только от уровня загрязнения воздуха, но и от вида и конструкции кровли. Категорически не рекомендуется собирать воду с кровли, содержащей свинец или медь, оптимальной считается кровля, выполненная из природного материала.

Собранная вода подвергается очистке с помощью нескольких ступеней фильтрации, отстаивания, а иногда и обеззараживания. Степень очистки определяется, главным образом, назначением воды.

Если ее применение ограничивается поливом, то первая и самая простая очистка осуществляется путем установки специальных решеток для желобов и фильтрационных корзинок для водосточных стояков, а также мелкоячеистого фильтра внутри приемного резервуара.

Из резервуара вода с помощью насоса при необходимости подается в поливочную систему, к смывным бачкам или на другие нужды.

Система сбора и хранения дождевой воды - удовольствие не из дешевых, она окупится в течение 5-7 лет. Но это посильный вклад в улучшение экологической ситуации региона, а самое главное, это сокращение объемов нецелевого использования воды питьевого качества и, как следствие, реальная экономия.

УДК 628.334.15

ОБРАБОТКА И УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

Дурыгина К.И.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Благоразумова А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В результате очистки городских сточных вод в очистных сооружениях образуется осадок. Учитывая, что постоянно возрастает численность населения, вместе с этим увеличивается и количество потребляемой воды, а в результате ее использования - загрязнения. Поэтому в настоящее время проблема по обработке и утилизации осадков городских сточных вод очень актуальна и стоит довольно остро во многих странах.

Ключевые слова: осадки городских сточных вод, обработка, утилизация, депонирование, удобрение, сжигание, пиролизные установки.

Обработку и утилизацию осадков городских сточных вод осуществляют разными методами. Один из них - депонирование (временное складирование осадков). Депонирование осадков сточных вод применяют только в случаях невозможности утилизации по техническим или экономическим причинам с учетом предотвращения возможных отрицательных воздействий на окружающую среду. Достоинством такого метода является то, что после

полной загрузки полигонов складирования и укрытия растительным слоем грунта их поверхность можно использовать для устройства парков, садов, игровых и спортивных площадок и это никак не повлияет на экологическую обстановку в данной местности [1].

Наиболее реальным направлением утилизации осадка считается использование его в качестве удобрений в сельском хозяйстве (рисунок 1).



Рисунок 1 - Утилизация осадков в качестве удобрения

Однако перед этим осадок проходит обработку по сокращению содержания в нем токсичных веществ и патогенной микрофлоры. Но в настоящее время осадки городских сточных вод не используются в сельском хозяйстве из-за присутствия в них высоких ПДК (кадмий, свинец, медь, цинк и др.).

Таким образом, при использовании осадков городских сточных вод в качестве удобрения существует реальная угроза загрязнения почвы, получаемой продукции и окружающей среды в целом различными вредными веществами. Они могут взаимодействовать друг с другом и с микроорганизмами почвы и образовывать новые соединения с неизвестными свойствами. Положение усугубляется тем, что современные возможности аналитического контроля за составом осадков применяемых в качестве удобрений чрезвычайно ограничены. Поэтому использование осадков сточных вод в качестве удобрения может быть не только полезным, но и опасным для людей и животных.

Другой, не менее интересный способ утилизации осадков – прямое сжигание. К этому методу относится технология сжигания в кипящем слое. Это наиболее сложный и дорогостоящий способ.

С гигиенической точки зрения можно отметить его достоинство, что в результате сжигания образуется зола, которая по своим свойствам является абсолютно безвредным продуктом. С технической стороны эта идея может быть оправдана при использовании тепловой энергии для получения пара, горячей воды, механической или электрической энергии. Сжигание производят на специальных заводах (рисунок 2).



Рисунок 2 - Завод по сжиганию осадков сточных вод

Массовое строительство заводов по сжиганию осадков сточных вод имело место в США, Японии, некоторых европейских странах в 80-ые годы. Однако уже в 90-ых годах отношение к технологии сжигания иловых осадков резко изменилось из-за отрицательного влияния на окружающую среду.

Следует отметить, что за последние годы в странах Европы и Азии закрылись многие установки для сжигания промышленных отходов, в том числе осадков городских сточных вод.

В странах Европы постепенно отказываются от этой технологии и переходят на методы обработки осадков, позволяющие получить из них товарные продукты с одновременной минимизацией эксплуатационных затрат[2].

Как раз таки следующий способ по утилизации осадков, устраняет эти недостатки. Это метод пиролиза.

Пиролиз - термическое разложение органического вещества без доступа кислорода, осуществляется на пиролизных установках (рисунок 3).



Рисунок 3 – Пиролизные установки

Данный процесс происходит при температуре до 700 °C . В результате образуется горючий газ (55%), полукок (35%), жидкие органические веще-

ства (15%), которые при этих температурах летят вместе с газом, а полукокк подвергается процессу газификации и тоже превращается в горючий газ.

Окислы металлов остаются в камере газификации в виде чистого шлака, пригодного для использования в качестве минерального наполнителя.

Газификации и пиролизу подвергается только органические составляющие осадка сточных вод, поэтому выбросы в атмосферу не содержат вредных веществ, как при прямом сжигании.

Такой метод позволяет производить экологически чистую утилизацию без иловых площадок и выбросов в атмосферу и получать товарную продукцию, например в виде вырабатываемой электроэнергии или тротуарной плитки [2].

На основе рассмотренных методов можно сделать вывод о том что, учитывая напряженную экологическую обстановку во всем мире, необходимо с ответственностью подходить к выбору способа утилизации, учитывая показатели по осадку.

Разработка и усовершенствование утилизации и депонирования осадков сточных вод, поможет решить данную экологическую проблему.

Библиографический список

1. Яковлев С. В.; Канализация. Учебник для вузов. Изд. 5-е, перераб. и доп., - Москва: Стройиздат, 1975. - 632 с.
2. А.М. Благоразумова; Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014 – 208 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература.).

УДК 628.3

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД И ОБРАБОТКЕ ОСАДКА

Калашникова Е.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Проблемы водоотведения и очистки сточных вод, становятся актуальными в связи с ухудшением экологического состояния водоемов. Невзирая на все нормы и правила, в реки и моря каждый день сбрасываются сотни тысяч литров неочищенных стоков. Актуальность очистки сточных вод имеет помимо экологического и экономический аспект. Система водоотведения – это огромный комплекс сооружений, обслуживание и ремонт которого требуют серьезных затрат. На сегодняшний день износ основных фондов канализации составляет 75%. Поэтому необходимо внедрять новые технологии, позволяющие снизить стоимость строительства и эксплуатации.

Ключевые слова: современные технологии по очистке сточных вод и обработки осадка, биореактор с объемной загрузкой, центрипрессы, геотубы.

Существующие очистные сооружения, как правило, работают по двухступенчатой схеме. На первой ступени с помощью сооружений механической очистки удаляются крупноразмерные, нерастворимые и тяжёлые примеси.

Эффективными для задержания крупных плавающих загрязнений являются решетки типа «Экотон». Благодаря каплевидной форме поперечного сечения стержней и прозорам 5 мм задерживают в 4-5 раз больше отбросов, чем решетки с прозорами 16 мм.

Для задержания тяжелых минеральных примесей применяются песколовки. Для улучшения эффективности удаления песка, в горизонтальных песколовках с круговым движением воды устанавливаются металлические стержни.

К новым техническим решениям для измерения расхода и объема относится ультразвуковой расходомер «Взлет». Отличительные особенности прибора: 1) цифровая обработка сигнала, минимальное время одного измерения, высокая помехозащищенность; 2) надежная работа при изменении параметров жидкости; 3) значительное упрощение пусконаладочных работ; 4) измерение без потерь давления в трубопроводе.

Для выделения из сточных вод под действием сил гравитации нерастворённых веществ, находящихся во взвешенном и плавающем состоянии применяются первичные отстойники. Среди многообразия первичных отстойников радиальные имеют неограниченную пропускную способность от 20 тыс. м³/сут., большой эффект осветления по взвешенным 50% и по БПК 15 %, наименьшую влажность выгружаемого осадка 93,5% за счет выгрузки насосами. Относительно компактны.

Вторая ступень - биологические методы очистки сточных вод, основана на жизнедеятельности гетеротрофных микроорганизмов, которые минерализуют растворённые органические соединения, являющиеся для них источником питания.

Для снижения содержания соединений группы азота все чаще применяют аэротенки нитриденитрификаторы. При расположении зоны денитрификации в начале аэротенка не требуется искусственная добавка органического субстрата. Для эффективного удаления нитратов, которые образуются в зоне нитрификации увеличивается рециркуляция возвратного ила и иловой смеси, содержащие окисленные формы азота. При контакте нитратов с неочищенной водой в зоне денитрификации они восстанавливаются до газообразного азота, и происходит его удаление из стоков.

Для перемешивания очищаемой воды и активного ила, обеспечения микроорганизмов кислородом и отдувки газов при денитрификации в аэротенках устанавливается система аэрации. Новым техническим решением являются пневматические аэраторы «Пантекс». Диспергирующий слой трубчатых барботажных аэраторов позволяет полностью исключить явления «про-

боя», кольматации, обеспечивать заданную пористость и проницаемость. По экспериментальным данным применение барботажных аэраторов значительно улучшает качество очистки стоков, седиментационные характеристики активного ила, его влагоотдающие свойства, возрастает устойчивость микроорганизмов к воздействию токсичных веществ, снижается себестоимость очистки сточных вод на 30 %.

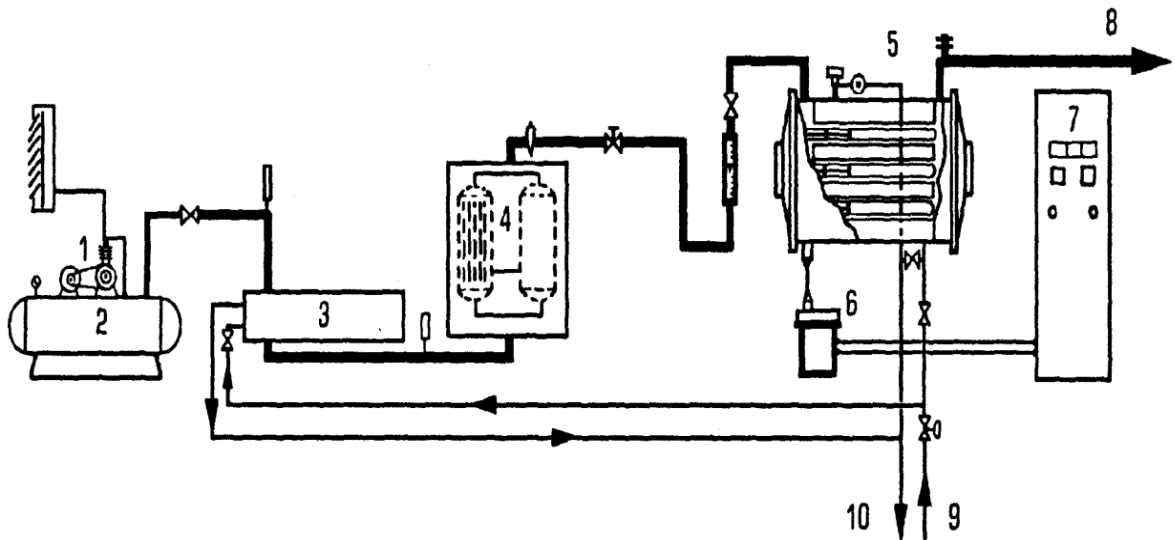
Для отделения активного ила от очищенной воды и осветления применяются вторичные отстойники. Удобными при эксплуатации радиальных отстойников являются илососы в виде четырех лопастей. Длина лопасти на каждом крыле изменяется от $\frac{1}{4}$ до 1 радиуса отстойника, что позволяет удалять активный ил, в том числе от стенок без взмучивания.

В случае, когда механическая и биологическая очистки не обеспечивают допустимых концентраций на выпуске в водоем, требуется глубокая очистка. Для глубокой очистки наиболее эффективным является биореактор с объемной загрузкой. Схема установки показана на рисунке 1. Содержание взвешенных веществ и БПК на выходе составляет 3-10 мг/л, снижается содержание нитритов, нитратов и фосфатов до ПДК. Объемная биозагрузка «Контур» фирмы «Этек» повышает производительность станции, эффективность очистки по всем показателям, устойчивость сооружений к неравномерности поступления сточных вод, колебаниям органических нагрузок и температуры, а также улучшает очистку по трудно окисляемым органическим соединениям.



Рисунок 1 - Биореактор с пористо-волокнутой загрузкой «Контур»

Перспективным направлением уничтожения патогенных микроорганизмов и устранения опасности заражения является озонированием сточных вод. Позволяет не только обеззараживать, но и повысить эффекты очистки по взвешенным веществам на 60%, по БПК₂₀ на 70%, по ХПК на 40%, по ПАВ на 90%, по фенолам на 40%, по азоту на 20%, по концеррагенным веществам на 80%. Особенности: автоматизация управления процессом; благоприятные санитарные условия. В процессе озонирования происходит насыщение сточных вод кислородом, дополнительные сооружения для насыщения кислородом не требуются. Схема установки показана на рисунке 2.



1 – компрессор; 2 – ресивер; 3 – охладитель воздуха; 4 – осушительная установка; 5 – генератор озона; 6 – высоковольтный трансформатор; 7 – электрический щит управления; 8 – трубопровод озono-воздушной смеси в контактную камеру; 9,10 – подача и отведение охлаждающей воды

Рисунок 2 - Схема установки получения озона из воздуха

В результате очистки городских сточных вод образуется большое количество осадка. Для его обработки и минимизации используют сооружения для обработки осадка.

Газ, полученный в процессе сбраживания сырого осадка в метантенках, экономично использовать на энергетические нужды канализационных очистных сооружений – в качестве горючего в котельных с применением котлов с газовыми горелками для обогрева метантенков, приготовления горячей воды; обогрева близлежащих поселков, в качестве горючего для автоматизации и бытового газоснабжения.

Новым техническим решением механического обезвоживания осадка являются центрипрессы. Позволяют автоматизировать процесс, не зависеть от погодных условий, сокращаются площади, занимаемые сооружением, не требуются коагулянты. По сравнению с центрифугами в центрипрессах осадок подвергается двухмерному прессующему воздействию - осевое и центробежное уплотнение. Концентрация кека увеличивается на 5-10%. Для предохранения центрипрессов от поломок эффективно использовать гидроциклоны.

В геотубы по ленточным транспортерам направляется обезвоженный на центрипрессах осадок и в случае ремонта цмо по трубопроводам сброженный осадок от метантенков и стабилизированный от аэробных стабилизаторов. Геотубы – это объемные цилиндрические системы из высокопрочного геотекстиля, устойчивого к биологическому и химическому воздействию щелочей и кислот. Схема установки показана на рисунке 3.



Рисунок 3 - Геотубы

Основные преимущества технологии: отсутствие необходимости механического обезвоживания; свойства материала ткани позволяют быстро пропускать воду и задерживать твердые частицы; в ходе эксплуатации не требуются затраты на запчасти и фильтровальные ткани; легкость монтажа и пусконаладки; себестоимость обезвоживания на 20-30% ниже, чем при аппаратных процессах; передозировка или недостаток кондиционирующего реагента (флокулянта), сбои в подаче пульпы не оказывают существенного влияния на конечные показатели обезвоживания из-за достаточного времени пребывания осадка в контейнере; оперативный монтаж и демонтаж производственной инфраструктуры любой мощности; производственной площадкой служит любой спланированный участок без необходимости строительства капитальных сооружений; простота и эстетичность технологического процесса, отсутствие сложных элементов; возможность обезвоживания сырья или отхода на месте утилизации, временного складирования или постоянного захоронения; контейнеры могут быть уложены многослойно, что позволяет существенно экономить площадь; защищенность обезвоживаемых отходов от ветровой и водной эрозии; низкое энергопотребление для технологического процесса.

Чаще всего обезвоженный осадок используется для рекультивации земель. Складируется в траншеи с наполнителями (грунт или ТБО). После полной загрузки полигонов и укрытия растительным слоем грунта поверхность можно использовать для устройства парков, садов, игровых и спортивных площадок.

Библиографический список

1. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов/ С.В. Яковлев, Ю.В.Воронов.- М.: АСВ, 2006.- 704 с.
2. Кинебас А. К., Васильев Б. В. Обезвоживание осадков сточных вод на очистных сооружениях Санкт-Петербурга//Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. - №9.- с. 53-58.
3. Рублевская О. Н., Краснопеев А. Л. Опыт внедрения современных технологий и методов обработки осадка сточных вод//Водоснабжение и санитарная техника.- 2011.- №4. -с. 65-69.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД г. МЕЖДУРЕЧЕНСКА

Танасогло О.А.

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Данный проект посвящен теме очистке городских сточных вод и защите водных бассейнов от загрязнений.

Ключевые слова: очистка сточных вод; реконструкция, концентрации загрязнений; обеззараживание; обработка осадков.

Город Междуреченск находится на юго-востоке Кемеровской области. Рельеф площадки почти плоский. Численность населения на 2015 год составляет 98 895 человек. Застройка города в основном представлена пятиэтажными домами.

По топографическим условиям местности в городе построены и эксплуатируются 12 насосных станций перекачки сточных вод. Сточные воды от населения системой напорно-самотечных трубопроводов подается в главный коллектор. По коллекторам сточные воды поступают в приемный резервуар главной насосной станции.

Существующие очистные сооружения рассчитаны на пропуск 45 000 м³/сут сточных вод. Реконструкция ведется на производительность 54 000 м³/сут с учетом застройки микрорайонов. Система водоотведения – централизованная, схема прокладки сети – пересеченная.

В состав комплекса очистных сооружений входит: приемная камера, песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники, насосно-фильтровальная станция, смеситель, контактные резервуары, выпуск, песковые и иловые карты, насосно – воздуходувная станция, хлораторная.

По результатам лабораторных анализов городских сточных вод по городу произведен расчет средних расходов и концентраций с января 2014 по декабрь 2014 гг., на основании которых построены графики показанные на рис 1, 2, 3, 4. По результатам расчетов определены средние значения: расход сточной воды в количестве 41 тыс. м³/сут (рисунок 1), концентрации загрязнений по взвешенным веществам $C^{B3B}=170,07$ мг/л (рисунок 2), по БПКполн $C^{BPKполн}=90,68$ мг/л (рисунок 2), по аммонийному азоту $C^{NH4}=25,65$ мг/л (рис. 3), по фосфатам $C^{P2O5}=1,86$ мг/л (рис. 4), поступают на очистные сооружения.



Рисунок 1 – Расходы поступающих сточных вод

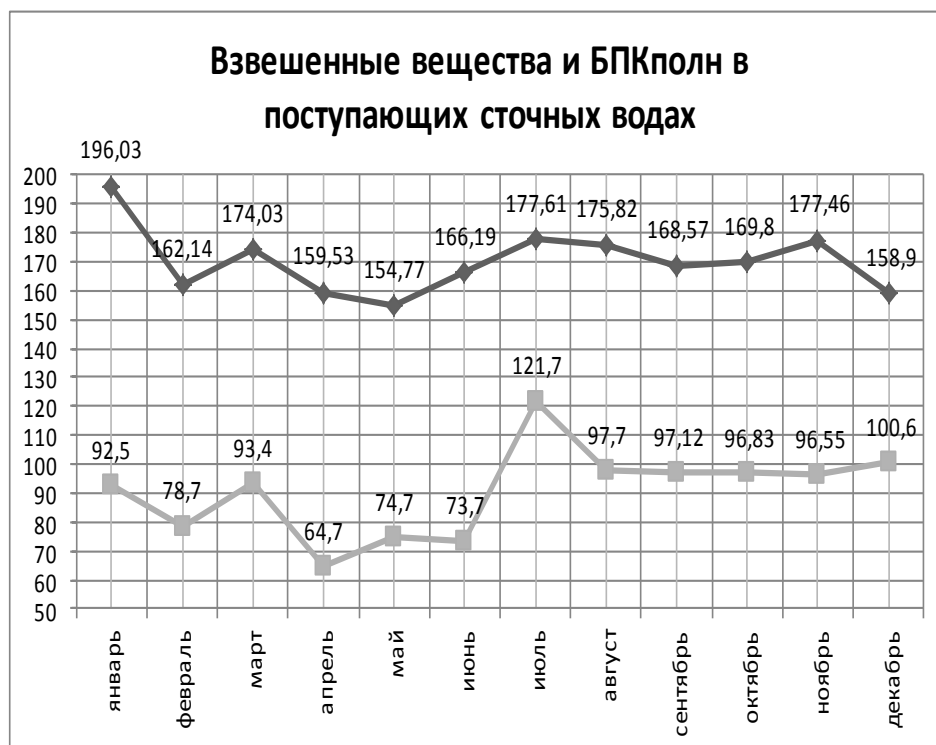


Рисунок 2 – Концентрации загрязнений по взвешенным веществам и по БПКполн

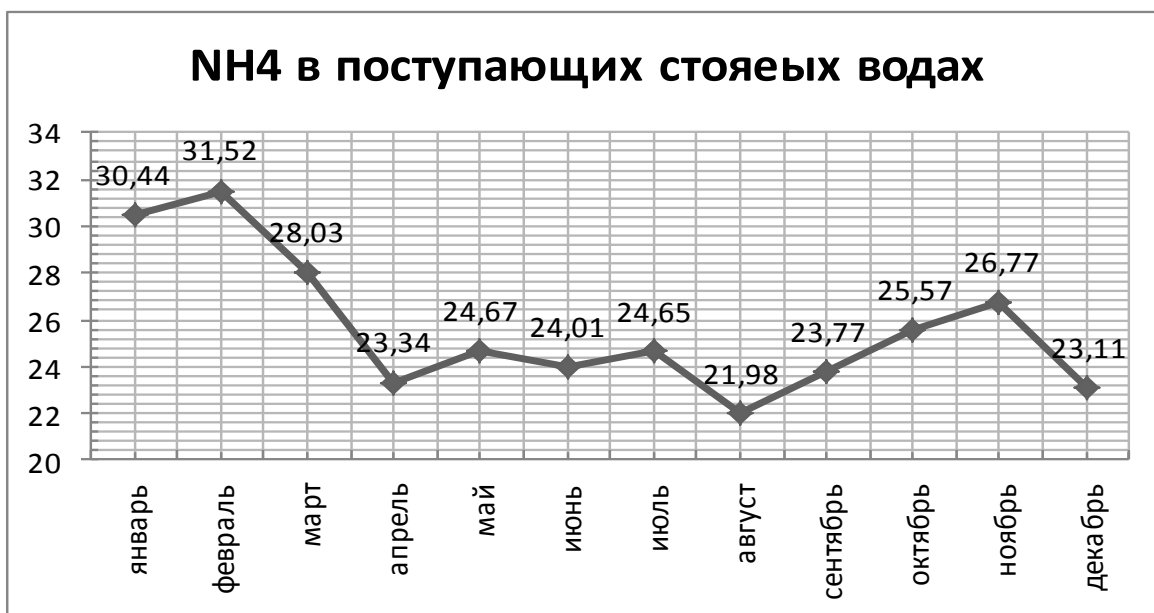


Рисунок 3 - Концентрации загрязнений по аммонийному азоту



Рисунок 4 - Концентрации по фосфатам

Очистные сооружения работают по трёх ступенчатой схеме очистки. Сточные воды города поступают на очистные сооружения по напорным водоводам от главной насосной станции в приемную камеру, для гашения скорости. Затем проходят механическую очистку на решётках собственного производства с прозорами 25 мм, для задержания из сточных вод крупных загрязнений, горизонтальных песколовках с прямолинейным движением воды, для задержания минеральных примесей, которые выпадают на дно. песковая

пульпа, подается на песковыеплощадки для обезвоживания и вертикальных первичных отстойниках с нисходяще-восходящим потоком, которые необходимы для удаления плавающих и взвешенных частиц. После механической очистки сточные воды поступают на биологическую очистку.

Сточные воды на биологическую очистку поступают в три трёх коридорных аэротенка – вытеснителя с отдельной регенерацией активного ила, система аэрации пневматическая, аэротенки № 1,3 оборудованы системой аэрации через фильтросные трубы, аэротенк № 2 оборудован дырчатými стальными трубами, и вторичных вертикальных отстойниках с нисходяще-восходящим потоком, для разделения иловой смеси из аэротенков.

Глубокая очистка сточных вод осуществляется на каркасно – засыпных фильтрах с гравийно - песчаной загрузкой которая не соответствует нормативу, так как фракция (1–80) мм. Обеззараживание сточных вод производят с использованием хлора.

Насыщение кислородом биохимически очищенных сточных вод перед выпуском их в водоем производится в контактных резервуарах в качестве которых применяют радиальные отстойники. Сброс сточных вод в водоем осуществляется через рассеивающий выпуск.

Сырой осадок, отгружаемый из первичных отстойников, подается насосами на иловые карты с гравийными колодцами.

Кемеровский областной комитет по охране природы требуют при последующей реконструкции очистных сооружений предусмотреть биологическую очистку сточных вод от соединений азота и фосфора до ПДК рыбохозяйственных водоемов, к которым относится река Томь.

Поэтому реконструкции подлежат: решетки из-за несоответствия прозоров нормативным данным (не более 16 мм), были предложены дуговые решетки с прозорами 16 мм, имеющие изогнутое полотно, с хорошей удаляемостью отбросов, разработчик ОАО «НИИ ВОДГЕО». Песколовки и первичные отстойники не требуют реконструкции. Реконструкция аэротенков заключается в замене аэраторов на полимерные трубы «Экотон», полимерные трубы отличаются очень тонким распылением воздуха и более высоким коэффициентом использования кислорода, также удобны в эксплуатации; устройстве нитриденитрификаторов, которые применяют для удаления из сточных вод соединения азота. Каркасно-засыпные фильтры по производительности удовлетворяют требованиям, а загрузку необходимо заменить с заменой дренажно-распределительной системы с поддерживающими слоями на систему «Экотон». Замена каркаса и фильтрующей загрузки произвести с применением местного материала – гранулированного доменного шлака фракцией (40-60) мм для каркаса и фракцией (0,8-1) мм – для фильтрующей загрузки. В данном проекте на замену хлорирования для обеззараживания сточных вод предлагается вариант с использованием реагента «Пуролат-Бингсти» для уничтожения патогенных микроорганизмов разработанного ООО ПКФ «Синтез», препарат вводится непрерывно в течение суток в при-

емную камеру.«Пуролат-Бингсти» в микродозах (10-0,000001 мл/м³ обрабатываемого субстрата) способен обеспечить полную дегельминтизацию сточных вод и образующего осадка в течение 6 – 12 часов, вызывая естественную гибель яиц гельминтов, не оказывая при этом влияния на метаболизм биоценоза активного ила, почв и здоровье человека; при этом не способствует росту патогенной микрофлоры, экологически безопасен; обладает биологической активностью по отношению к яйцам гельминтов, но не является токсичным; не обладает фунгицидным действием; относится к 4 классу опасности по степени воздействия на организм человека (малоопасный). Смешение и взаимодействие препарата со всем поступающим расходом сточных вод достигаются при его прохождении по сооружениям технологической схемы. При этом дополнительного обеззараживания осадка не требуется.

Для обработки и обезвоживания осадков приняты метантенки с мезофильным режимом сбраживания, в которые направляется сырой осадок первичных отстойников и уплотненный активный ил из аэротенков. Сброженный осадок поступает на иловые площадки.

Ухудшающееся состояние водоемов требует более глубокой очистки сточных вод при проектировании новых сооружений и реконструкции существующих. В данном проекте были запроектирована реконструкция очистных сооружений города Междуреченск с применением новых технологий аэрации, заменой фильтрующей загрузки и обеззараживания. Принят следующий состав сооружений: решетки дуговые «НИИ ВОДГЕО», аэротенки нитриденитрификаторы, замена объемной загрузки для каркасно-засыпных фильтров, обеззараживание «Пуролат-Бингсти». Сооружения для обработки осадка сточных вод: метантенки.

Библиографический список

1. Технологический регламент работы городских очистных сооружений города Междуреченск./ Сост.: Вед.инж.- технолог ПТО Н.П. Назаренко: МУП «Водоканал». – Междуреченск, 2012. - 30 с.
2. Водоотведение и очистка сточных вод учебник для вузов под редакцией Ю.В. Воронова, Яковлев, С.В.,–М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2004 - 702 с.
3. Механическая очистка городских сточных вод. Методические указания./ Сост.: к.т.н., доц. А.М. Благоразумова: ГОУ ВПО «СИБГИУ».- Новокузнецк, 2003.- 29 с.

ПРОБЛЕМЫ ПОВТОРНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ

Егорцев А.С.

Научные руководители: доцент Ланге Л.Р., доцент Ворон Л.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье проанализированы существующие способы использования промывной воды фильтров водопроводных станций. Рассмотрены возможные схемы для использования на сооружениях г. Новокузнецка, исключающие сброс в водоем.

Ключевые слова: водоемы, сбросы, промывная вода фильтров, повторное использование

Одной из серьезных проблем для многих станций подготовки питьевой воды, является обработка промывных вод, которые образуются в процессе промывки фильтров. Несмотря на рекомендации СНиП, она является одной из наименее разработанных, наиболее технически сложных и дорогостоящих. Фактически очистка и последующее использование промывной воды осуществляются лишь на немногих водопроводных станциях.

В практике утилизации промывной воды существует несколько направлений решения данной проблемы. Первая и самая опасная и нарушающая экосистему воды – сброс в источник. При этом стоит учитывать, что отходы водопроводных очистных станций представляют собой осадки из отстойных сооружений, грязные промывные воды фильтров и другие технологические сточные воды. Большая концентрация взвешенных веществ, повышенное содержание органических и хлорорганических соединений, наличие гидроксидов алюминия или железа делают отходы водоочистки экологически непригодными для сброса в природные источники без предварительной обработки.

Другой метод – сброс загрязненных вод в пруды – накопители. Эффективность очистки воды в прудах-накопителях при продолжительности отстаивания 4...7 суток составляет 94...99 % по взвешенным веществам. Возврат на очистные сооружения воды с мутностью 3...7 мг/л, не вызывает повышение содержания остаточного алюминия и перманганатной окисляемости очищенной питьевой воды.

Однако у данного метода есть минус - возможность попадания осадка из пруда – накопителя в грунт и как следствие, дальнейшее его попадание в водоисточник.

Выбор технологической схемы и состава сооружений по обработке промывных вод определяется способом подготовки воды, климатическими и

инженерно-геологическими условиями.

При использовании для подготовки питьевой воды технологической схемы двухступенчатого фильтрования или контактных осветлителей нет вывода осадка из системы. В этом случае, для промывных вод могут применяться отстойники периодического действия. После отстаивания промывной воды ее можно равномерно перекачивать в голову сооружений - в смеситель.

При наличии в основной схеме очистки отстойных сооружений есть вывод осадка из системы. Здесь промывная вода фильтровальных сооружений после усреднения концентрации загрязнений в усреднителях может равномерно отправляться в голову сооружений.

Количество резервуаров и секций отстойников должны быть рассчитаны с учетом графиков промывки фильтров и непрерывной подачи в голову сооружений.

Основной недостаток данных сооружений это длительность осаждения. Для повышения эффективности отстаивания промывной воды возможно добавление реагентов - коагулянтов и флокулянтов. Вид реагентной обработки назначается в каждом конкретном случае после проведения технологических изысканий в характерные периоды года. Для поддержания бактериального благополучия в основных сооружениях водоочистки следует подвергать добавляемую оборотную воду обеззараживанию – обычно хлорированию.

В ЗАО Водоканал г. Новокузнецк совместно с кафедрой были проведены исследования по обработке промывной воды [1] На рисунке 1 представлены результаты исследований.

Исследования показали, что без реагентной обработки процессы идут очень вяло. Отстаивание воды в свободном объеме в течение часа позволяют снизить содержание взвеси до 30 мг/дм^3 , и дальнейшее увеличение времени отстаивания не приводит к изменениям. Обработка флокулянтами позволяет резко сократить время отстаивания до 10–20 мин при существенном повышении качества очистки (до $4 - 2 \text{ мг/дм}^3$).

Возврат в голову сооружений связан с главными и трудно устранимыми недостатками оборотного водоснабжения – неравномерностью подачи, отличием качественных показателей обрабатываемой поверхностной воды от добавляемой промывной. Одним из вариантов обработки промывных вод является полный отказ от возврата каких-либо стоков в «голову» сооружений.

Для обработки этих вод можно выделить (из имеющихся на станции или проектируемых) один или несколько отстойников и скорых фильтров и использовать их для обработки повторно загрязненных вод. При этом на выделенных сооружениях поддерживается индивидуальный технологический режим, а очищенная вода направляется в резервуары чистой воды, используется для промывки фильтров или других целей станции.

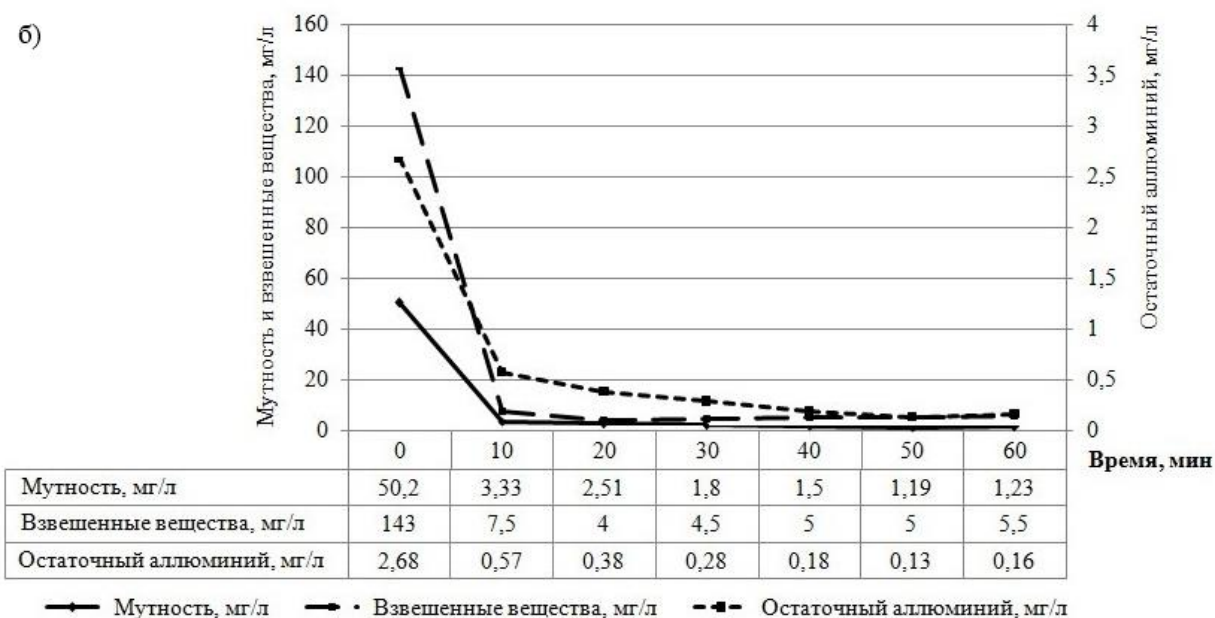
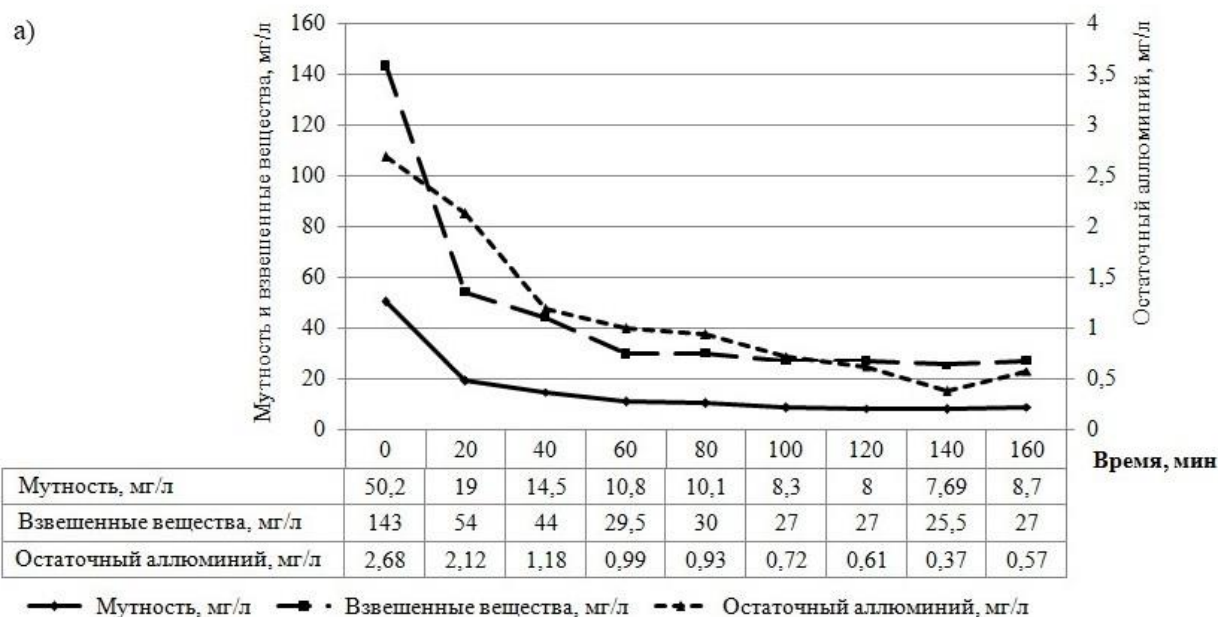


Рисунок 1 – – Графики отстаивания усредненной пробы промывной воды фильтров: а – без добавления реагентов, б – с добавлением флокулянта «Праестол» дозой 0,3 мг/л

Такой способ позволяет вернуть в технологический процесс 5-7% воды, что приводит к снижению забора и снижению эксплуатационных затрат. Этот вариант предложен для внедрения на Драгунском водозаборе г.Новокузнецка.

Обработку высоковлажного осадка, на станциях водоподготовки можно проводить по следующим схемам:

- сгущение, уплотнение, реагентное и безреагентное отстаивание (пруды накопители, иловые площадки), обезвоживание на площадках замораживания и подсушивания;
- обработка осадка на канализационных сооружениях;

- механическое обезвоживание на вакуум фильтрах, фильтрах – прес-сах, центрифугах.

Вариант при механической обработки, в настоящее время становится основным направлением для многих крупных водопроводов России и широко применяется в мировой практике, так как сгущение, уплотнение, складирование осадка приводит к отчуждению земельных территорий, как следствие требуется увеличение площадей. Кроме того, необходимо соблюдение требований защиты окружающей среды. А обработка на канализационных сооружениях, требует их реконструкции и равномерности поступления осадка.

Бессточные схемы работы очистных сооружений водопроводных станций предотвращают сброс всех «хвостовых» вод и осадков в окружающую среду и решают задачу создания безотходных технологий.

Библиографический список

1. Ланге Л.Р. Снижение расхода воды на собственные нужды станций водоподготовки/ Л.Р. Ланге, В.Д. Дордин// Вестник СибГИУ, 2012.- №1.- С. 57-59.

УДК 628.334.15

ВЛИЯНИЕ ФЛОТАЦИОННОГО СПОСОБА ОБРАБОТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД НА КАЧЕСТВО ОЧИЩЕННОЙ ВОДЫ

Лаврик О.Е.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Благоразумова А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Флотацию используют для удаления из сточных вод нерастворимых диспергированных примесей, которые сами по себе плохо отстаиваются, процесс состоит в молекулярном слипании коллоидных и дисперсных примесей с пузырьками воздуха и всплытии комплекса пузырьков и частица на поверхность воды с формированием пены. Вследствие чего происходит концентрирование частиц в слое пены, затем она удаляется с поверхности воды скребком.

Ключевые слова: флотационная установка, частица, сточные воды, флотация.

Процесс флотации – это создание комплекса пузырька и частицы, который идет в три стадии: приближение пузырька воздуха и частицы в жидкой фазе, контакт пузырька с частицей и прилипание пузырька к частице.

Прочность соединения пузырька с частицей зависит от их размеров, физических и химических свойств пузырька, частицы и жидкости, гидродинамических условий и прочих факторов, проходящих во флотаторе (рисунок 1).



Рисунок 1 – Флотационная установка

Процесс очистки стоков при флотации заключается в следующем: поток жидкости и поток воздуха (мелких пузырьков) в большинстве случаев движутся в одинаковом направлении (Рисунок 2). Взвешенные частицы загрязнений находятся во всем объеме сточной воды, и при совместном движении с пузырьками воздуха происходит агрегирование частицы с воздухом. Если пузырьки воздуха значительных размеров, то скорости воздушного пузырька и загрязненной частицы различаются так сильно, что частицы не могут закрепиться на поверхности воздушного пузырька. Кроме того, большие воздушные пузырьки при быстром движении сильно перемешивают воду, вызывая разъединение уже соединенных воздушных пузырьков и загрязненных частиц. Поэтому для нормальной работы флотатора во флотационную камеру не допускаются пузырьки более определенного размера (10-50 микрон).

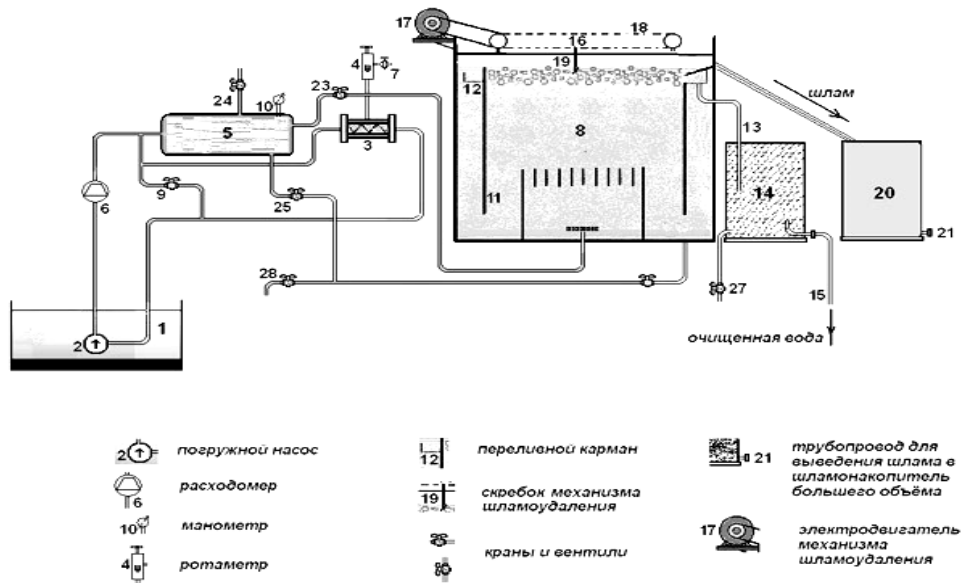


Рисунок 2- Схема флотационной установки

Флотация городских сточных вод достаточно широко применяется в заграничной практике. Довольно нередко она используется для предварительного осветления сточных вод (перед биологической очисткой), при этом флотаторы располагаются либо самостоятельно (например, выполняют вместе с тем и функции отстойников), либо в совмещении с отстойниками. Отдельные зарубежные авторы показывают также на возможность флотационного осветления при очистке сточных вод на биофильтрах и уплотнения осадка и активного ила. Флотация, как первый этап очистки сточной воды представляет интерес, так как интенсифицирует и увеличивает эффект предварительной обработки сточных вод (рисунок 3).

Эффективность работы устройств первичных отстойников обычно составляет 60-65 % при продолжительности отстаивания 1,5-2 ч, которая устанавливается наличием в сточных водах частиц с малой гидравлической крупностью, что обуславливает и количество выносимой из отстойников взвеси. При насыщении сточной воды микропузырьками воздуха в пенный слой передадутся главным образом самые легкие частицы.

Считается, что все оставшиеся после 10-15-минутного отстаивания взвеси могут быть сфлотированы, благодаря чему существенно усиливается процент задержания нерастворенных примесей и сокращается время пребывания стоков в отстойниках. Общий объем отстойников и флотаторов не превышает, а иногда оказывается и меньше объема одних отстойников.

Несмотря на некоторые расхождения результатов, полученных различными исследователями, по-видимому, из-за неодинакового состава сточных вод и режима флотации, следует сделать вывод, что использование вакуумной флотации для очистки бытовых сточных вод имеет определенные технологические преимущества при соответственном экономическом обосновании.

При высоком начальном содержании нерастворенных загрязнений перед флотатором может устраиваться предварительный отстойник. Без аэрации задержание взвешенных веществ достигало 34 %, а при интенсивной аэрации – возросло до 55-57 % (содержание взвесей перед флотатором 330-450 мг/л).

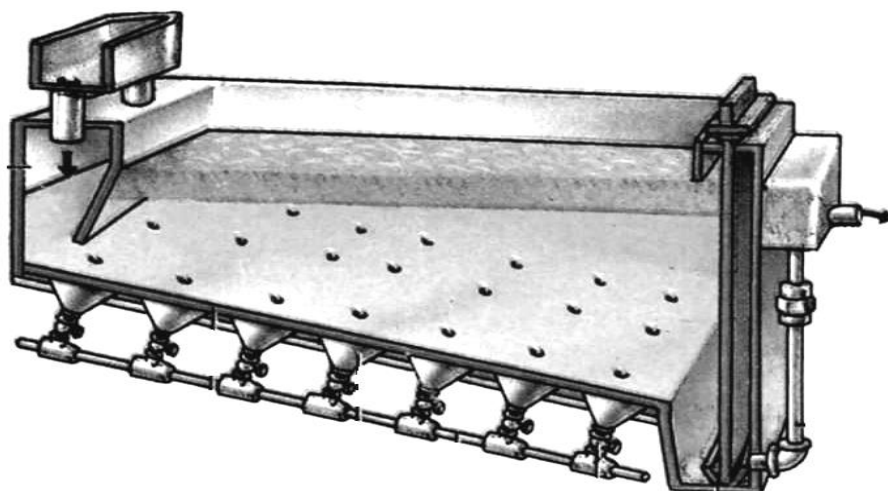


Рисунок 3 – Разрез флотационной установки

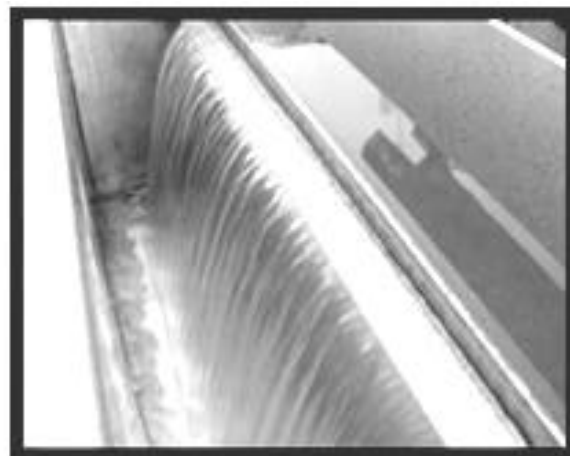
Несмотря на некоторые результаты, полученные различными исследователями, по-видимому из-за неодинакового состава сточных вод и режима проведения флотации, можно сделать вывод, что применение вакуумной флотации для очистки бытовых сточных вод имеет определенные технологические преимущества при соответствующем экологическом обосновании.

Интересной вариацией предварительного осветления сточных вод общесплавной канализации является использование микропроцеживания с последующей напорной флотацией. Необходимо заметить, что преимуществом напорной флотации перед вакуумной при очистке бытовых стоков является насыщение стоков кислородом воздуха, тогда как при вакуумной флотации концентрация растворенного кислорода снижается, что, конечно же, замедляет протекание биохимических процессов окисления.

Повышение эффективности флотационной обработки бытовых сточных вод как по взвешенным веществам, так и по БПК возможно при применении коагулянтов и флотоагентов. Используя различные флокулянты, можно получить эффект очистки по взвешенным веществам 90 – 95 % при остаточной концентрации 7-20 мг/л (рисунок 4). Правильно подобрав флотореагент, можно почти на сто процентов задержать взвеси (98-99%) и значительно снизить БПК (40-60%). Так, например, флотацией в отечественных лабораторных условиях (реагент лауриламидгидрохлорид, доза 60-80 мг/л) при 15 мин аэрации и предварительном отстаивании в течение 15 мин добились понижения концентрации взвешенных веществ в смеси бытовых сточных вод на 96,5-98,7% и снижения БПК на 57-65% (остаточное содержание взвешенных веществ 3-10 мг/л, БПК – 150-160 мг/л).



поступающая вода



очищенная вода

Рисунок 4 – Эффекты очистки

Самое важное значение при подборе флотореагентов имеет их влияние на ход биохимической переработки загрязнений. Флотореагент не должен негативно влиять на последующую биологическую очистку или дополнительно загрязнять сточные воды. Наиболее приемлемы поверхностно-активные вещества, поддающиеся биохимическому разрушению.

Библиографический список

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 "Питьевая вода Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения.
2. Г. Фелленберг. Загрязнение природной среды: Введение в экологическую химию./ Пер. с нем. – М.: Мир, 1997.- С. 123-135
3. Колобанов С.К., Ершов А.В., Кигель М.Е. Проектирование очистных сооружений канализации. – Киев: Будильник, 1977г.- 224 с.
4. Ксенофонов Б.С. Очистка воды и почвы флотацией. М.: Новые технологии. 2004.- 224 с.
5. Ксенофонов Б.С. Флотационная очистка поверхностных сточных вод и почвы на предприятиях энергетики. Труды 2-ой Международной научно-практической конференции «Экология в энергетике - 2005». 19-21 октября 2005 г. Москва, Изд-во МЭИ. 2005.- С.143-146.

УДК 628.3.034

ФИЛЬТРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД

Ланге В.Е.

Научный руководители: доцент Ланге Л.Р., доцент Ворон Л.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлен местный фильтрующий материал - горелые породы, обладающий высокими фильтрационными свойствами, который может быть использован для очистки шахтных вод.

Ключевые слова: шахтные воды, очистка, фильтрование, фильтрующие материалы, горелые породы

В настоящее время проблема очистки шахтных вод становится все актуальнее. Это обусловлено рядом причин, в том числе и высокими штрафами (нормативами платы) за загрязнение водных объектов. По действующим санитарным нормам и правилам шахтные воды должны проходить очистку до того, как будут сброшены в открытый водоем, поскольку содержат вещества в концентрациях, значительно превышающих предельно допустимые для рыбохозяйственных водоемов.

По данным Государственного доклада о состоянии окружающей среды, в 2009 году добывающей промышленностью было сброшено в водные объекты 1 423,59 млн. м³ сточных вод, из них порядка 30% сброшено без очистки. В том же Кузбассе объем

сбрасываемых в водоемы шахтных вод только угольщиками практически втрое превышает объем питьевой воды, потребляемой всеми жителями региона.

Загрязнение шахтных и карьерных вод происходит в основном мелко-дисперсными взвешенными частицами добываемого полезного ископаемого и вмещающих пород, которые образуются при бурении взрывных скважин и шпуров, дроблении пород взрывным способом, работе проходческих и очистных комбайнов, погрузочных и транспортных работах. В связи с высоким уровнем механизации горных работ происходит загрязнение шахтных и карьерных вод нефтепродуктами. В результате гниения деревянных крепей и других конструкций возникает бактериальное загрязнение шахтных и карьерных вод. Физико-химический состав этих вод отличается большим разнообразием, что определяется не только технологическими и производственными факторами, но и различным составом подземных и поверхностных вод в районах разработки полезных ископаемых.

На большинстве угольных шахт и карьеров используется технология очистки производственных сточных вод с помощью гравитационного отстаивания. Как правило, отстаивание происходит многоступенчатое. Данная технология не позволяет снизить содержание взвешенных веществ до нормативных требований.

Содержание взвешенных веществ в сточных водах угольных шахт сильно отличается и составляет от 100 мг/л до 2500 мг/л. Применение исключительно отстойников является малоэффективным. К тому же они требуют значительных площадей, приводят к заболачиванию территории. Очистка таких отстойников очень трудоемка и практически невозможна в зимний период.

В то же время снижение расхода дорогостоящей и дефицитной питьевой воды для производственных нужд, связанных с хозяйственно-питьевым водоснабжением, возможно за счет использования шахтных вод. Очищенная вода может быть использована в процессе добычи угля для нужд комплексного обеспыливания, включающее нагнетание воды в горный пласт с целью дегазации и предотвращения внезапных выбросов газа и пыли, а также интенсивного пылеподавления в процессе разработки. Так же, шахтные воды могут использоваться для устройства водяных заслонов на входящей и исходящей струях забоев, пластов или крыльев шахт, для орошения забоя при работе очистных и подготовительных комбайнов, а также транспортных средств, при бурении дегазационных скважин и шпуров с промывкой. Кроме того, значительный объем шахтной воды необходим поверхностным комплексам шахт и обогатительным фабрикам.

Современная схема очистки шахтных и карьерных вод от содержащихся загрязнений предполагает использование нескольких последовательных процессов:

- дозирование реагентов для протекания процессов коагуляции, нейтрализации и флокуляции или использование электрокоагуляции перед гравитационным отстаиванием [1];

- флотационная обработка;
- доочистка на фильтрах;
- обеззараживание очищенной воды;
- обезвоживание шлама.

Завершающим этапом очистки шахтных вод является фильтрование. При фильтровании происходит и частичное обеззараживание. В процессе фильтрования из воды выделяются диспергированные частицы загрязнений, коллоидные частицы и значительная часть бактерий. Фильтрование может осуществляться на зернистых напорных или открытых фильтрах.

Основным рабочим элементом фильтровальных сооружений является фильтрующий слой, выполненный из зернистого материала. Правильный выбор вида и характеристик фильтрующего слоя определяют эффективность и технологические показатели работы сооружений.

При выборе фильтрующего материала исходят из его стоимости и возможности получения в районе расположения данной станции, при условии соответствия выбранного материала техническим требованиям.

К основным характеристикам зернистого фильтрующего материала относятся гранулометрический состав и неоднородность, механическая прочность, химическая стойкость, санитарно-гигиенические показатели, плотность, межзерновая пористость засыпки и форма зерна.

Технологические свойства фильтров во многом определяются пористостью фильтрующего слоя и формой зерна. Чем выше пористость, тем эффективнее работает фильтр. Особенно высокими фильтрационными свойствами обладают зернистые материалы, получаемые дроблением пористых кусковых материалов.

Наиболее распространенным фильтрующим материалом до недавнего времени являлся кварцевый песок – речной или карьерный. И сейчас проектировщики закладывают этот материал во вновь строящиеся объекты. Традиционно поставщиками кварцевого песка для фильтровальных сооружений являлись Волгоградский и Погранский (Ленинградская область) карьеры. Однако их запасы ограничены и к настоящему времени истощены. К тому же кварцевый песок не обладает высокими фильтрационными свойствами.

В Кемеровской области в г. Киселевске на шахте «Дальние горы» после ее закрытия создано предприятие по производству горелых пород в качестве фильтрующего материала [1].

Особенностью этого материала является то, что он образован в результате подземных пожаров без доступа воздуха тысяча лет назад из аргиллитов, алевролитов и песчаников и обладает постоянным качеством. Химический состав данных горелых пород: SiO_2 - 68,7%; Al_2O_3 - 21,5%; Fe_2O_3 - 4,7%; MgO MnO и др - 5,6%.

В таблице 1 представлен сравнительный анализ показателей местных фильтрующих материалов.

Таблица 1 - Параметры фильтрующей загрузки

Материал	Плотность, г/см ³	Насыпная объемная масса, кг/м ³	Пористость, %			Механическая прочность, %		
			макс.	мин	средн	измельчаемость	истираемость	суммар износ
Кварцевый песок	2,6	1600	34	29	30	4,0	0,5	4,5
Керамзит дробленый	2,1	500	62	56	59	3,7	0,4	4,1
Горелые породы «Аргеллит» г. Киселевск	2,5	1250	60	52	56	0,4	0,1	0,5
Дробленый гравий	2,6	-	54	50	52	3,4	0,2	3,6
Альбитофир п. Горный, Новосибирской обл.	2,53	-	43	36	39	0,7	0,26	0,96

Предпочтительный выбор горелых пород фирмы Аргеллит в качестве фильтрующего материала для очистки шахтных вод обусловлен следующими факторами:

- Материал имеет разрешение на применение в хозяйственно питьевом водоснабжении, поэтому может быть использован для очистки шахтной воды, которая будет использована для целей пылеподавления и орошения.

- Обладает высокими фильтрационными свойствами, механической прочностью.

- Готовится любых фракций по заявке потребителя и не требует дополнительных затрат на дробление и рассев.

Кроме того, он хорошо зарекомендовал себя в системах хозяйственно-питьевого водоснабжения практически всех городов Кемеровской области, а также в гг. Новосибирске, Омске, Барнауле, Красноярском крае и Иркутской области [2].

Горелые породы могут использоваться как в однослойных, так и двухслойных фильтрах в качестве нижнего слоя, так как имеют достаточно высокую плотность, а при необходимости и в качестве поддерживающих слоев.

Вывод. Применение высокоэффективного фильтрующего материала из горелых пород на стадии фильтрования позволит значительно увеличить эффективность извлечения мелкодисперсных и эмульгированных загрязнений, предотвратит сброс недостаточно очищенных шахтных вод в водоемы и даст возможность использовать их на нужды шахт, и одновременно снизит расходы дорогостоящей и дефицитной питьевой воды для нужд, связанных с хозяйственно-питьевым водоснабжением производства.

Библиографический список

1. Ланге Л.Р. Опыт обследования и оптимизации работы водопроводных очистных сооружений // Вестник СибГИУ. 2015. №1(11). С.81 – 83.
2. Гохман Б.М., Ланге Л.Р. Обследование водопроводных очистных сооружений // Водоочистка. 2010. №6. С. 38 – 40.

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОЧИСТКЕ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ

Баклаков С.Е.

Научные руководители: доцент Ланге Л.Р., доцент Ворон Л.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрено применение мембранной технологии для повышения эффективности очистки питьевой воды на сооружениях г. Новокузнецка.

Ключевые слова: очистка, питьевая вода, мембранные технологии, ультрафильтрация, коагуляция, отстаивание.

В настоящее время в технологии очистки воды все большее место занимают мембранные технологии. Это происходит вследствие ужесточения требований к качеству питьевой воды, а также недостаточной эффективности работы традиционных очистных сооружений: проскоков в воду взвешенных веществ, бактерий, вирусов.

Мембранное фильтрование основано на принципе физического барьера, через который подлежащая обработке вода проходит под определенным давлением. Этот физический барьер – мембрана – может быть представлен как перфорированная перегородка, отверстия которой оказываются достаточно малыми для селективного прохода через них определенных веществ (молекул).

На рисунке 1 представлены пороги отсека различных видов фильтрации.

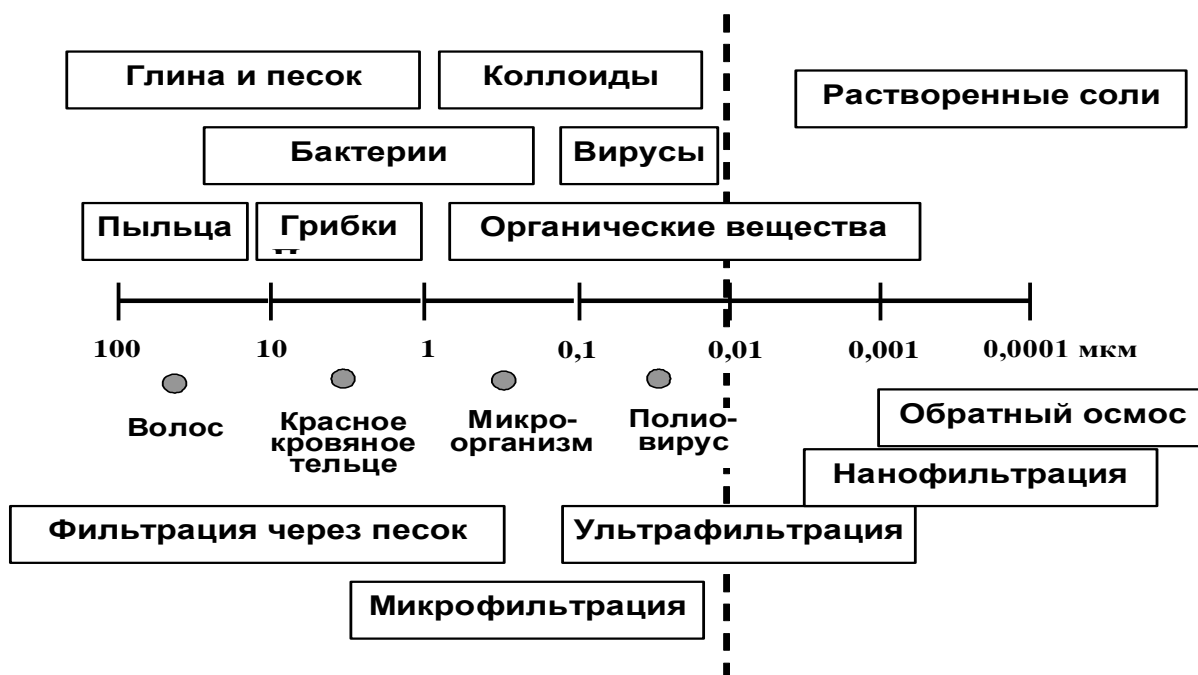


Рисунок 1- Сравнение порогов отсека

Все примеси, размер которых превышает размер пор мембраны, механически не могут проникнуть через мембрану. Благодаря такой технологии, даже при значительном ухудшении параметров исходной воды, качество очищенной воды остается стабильно высоким. Мембрана в отличие от "накопительных" систем очистки воды (активированный уголь, ионообменные смолы и др.) не накапливает примеси внутри себя, что исключает вероятность их попадания в очищенную воду.

Эффективность извлечения в процессе ультрафильтрации воды микро-частиц, на которых могут фиксироваться различные патогенные микроорганизмы, более чем на порядок превосходит фильтрование через песок, поэтому ультрафильтрация составляет 74 % всех мембранных методов.

Что понимают под мембранной ультрафильтрацией применительно к очистке природных вод?

Ультрафильтрация – это баромембранный процесс, заключающийся в том, что жидкость под давлением «продавливается» через полупроницаемую перегородку. Размер отверстий (пор) ультрафильтрационных мембран лежит в пределах от 5 нм до 0,05–0,1 мкм. Главное отличие мембранной фильтрации от обычного объемного фильтрования в том, что подавляющее большинство всех задерживаемых веществ накапливается на поверхности мембраны, образуя дополнительный фильтрующий слой осадка, который обладает своим сопротивлением.

Наиболее экономичный режим работы ультрафильтрационных установок – «тупиковый», когда вся исходная вода пропускается через мембрану. В ряде случаев для борьбы с ростом осадка над поверхностью мембраны создают дополнительный поток из обрабатываемой жидкости, который размывает накапливающийся осадок. Жидкость, содержащая удаленные с поверхности мембраны загрязнения, выводится из разделительного аппарата. Для удаления загрязнений с поверхности и из пор мембраны используют метод обратных промывок, при котором очищенную воду (фильтрат) пропускают через мембрану в направлении, обратном направлению фильтрования. Такие промывки производятся намного чаще, чем промывки обычных фильтров с зернистой загрузкой - от 1 до 5 раз в час, но их продолжительность составляет всего 10-30 секунд, поэтому объем сбрасываемой воды составляет 2-5 % от объема фильтрата.

В процессе длительной работы производительность мембранных аппаратов постепенно уменьшается, т. к. на поверхности и в порах мембраны сорбируются различные вещества и отлагаются частички загрязнений, увеличивающие общее гидравлическое сопротивление мембранных аппаратов. Для восстановления первоначальной производительности несколько раз в год проводится химическая промывка мембранных аппаратов специальными кислотными и щелочными реагентами для удаления накопленных загрязнений.

В питьевом водоснабжении наибольшее распространение получили мембранные аппараты с полыми волокнами, или капиллярами, намного реже

используются рулонные элементы и аппараты с трубчатыми мембранами.

Капиллярные или полволоконные элементы состоят из пучков тонких полимерных трубчатых мембран диаметром 0,7–2,0 мм, фильтрация может производиться «изнутри-наружу» или «снаружи-вовнутрь» (рисунок 2).

Они характеризуются довольно высокой плотностью «упаковки» мембран (площадь мембран в одном модуле может достигать 50–60 м², высокими удельными потоками и хорошей гидродинамикой внутри волокон, что выражается в меньшей склонности к засорению внутренних напорных каналов мембран.

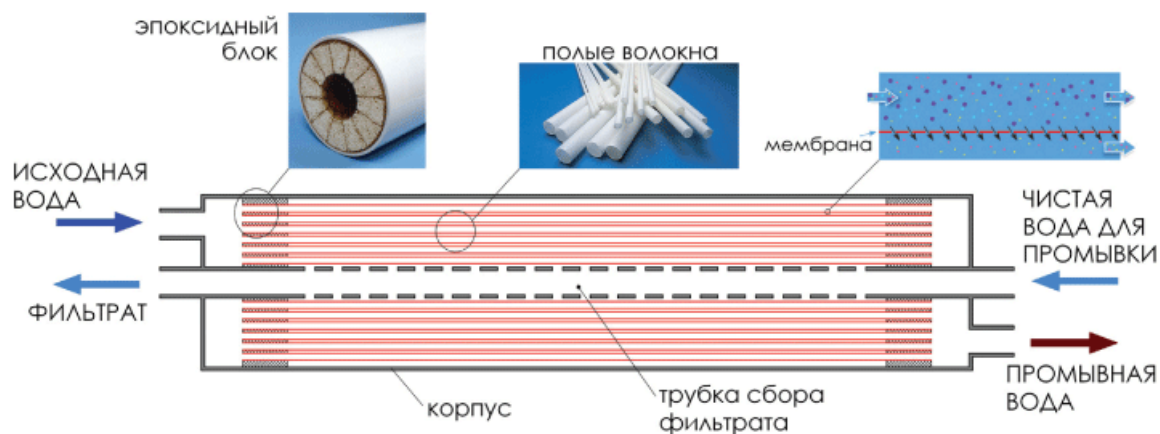


Рисунок 2 - Устройство и внешний полволоконного ультрафильтрационного аппарата

В зависимости от состава природной воды ультрафильтрационная технология применяется или в чистом виде или в комбинации с другими методами, например, при колебаниях состава поверхностной воды и повышенном содержании взвешенных веществ ультрафильтрация используется в сочетании с коагуляцией и отстаиванием.

С 2009 году на Левобережном ЦВС проводились исследования на пилотной установке мембранной фильтрации компании ПАЛЛ на основе напорных полволоконных мембран Microza® при очистке воды реки Томь после стадии коагуляции-отстаивания. Исследования показали эффективность и надежность применения мембранной фильтрации при очистке отстойной воды [1, 2].

По результатам исследований принято решение о проектировании блока очистки с мембранными фильтрами. В настоящее время начато строительство блока производительностью 100 тыс. м³/сутки

Библиографический список

1. Володькина А.В. Исследование мембранной очистки на Левобережном водозаборе г. Новокузнецка/ А.В. Володькина, Н.В.Добрынина, О.В.Лысенко, Л.Р. Ланге// В кн. Сб. трудов XII междунар. науч.-практ. конф: Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. - Кемерово:

СибГИУ, ОАО «КемВод», КВК «Экспо-Сибирь», 2010. С. 24-28

2. Володькина А.В. Мембраны в очистке природной воды/ А.В. Володькина, Л.Р. Ланге, Б.М. Гохман// В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения.– Новокузнецк:изд. СибГИУ, 2009. С. 73-75.

УДК 628.8.02

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ТЕПЛОВЫХ ПОТЕРЬ В УЧЕБНЫХ КОРПУСАХ СибГИУ

Мацук В.Ю., Шохин В.А., Лисеенко А.В.

Научный руководитель: доцент Логунова О.Я.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассматриваются причины появления неучтенных дополнительных потерь в металлургическом и главном корпусах университета. Экспериментально доказано поступление масс холодного воздуха и определено количество теплоты на его добавочный нагрев.

Ключевые слова: теплопотери, инфильтрация, переток воздуха.

Вопрос о ресурсо- и энергосбережении, в настоящее время, является очень актуальным. Высокие цены за коммунальные тарифы, нерациональное потребление тепла вынуждают задуматься о его сбережении и более эффективном использовании. СибГИУ и его хозяйственные службы тоже столкнулись с данной проблемой.

В результате наблюдения и практического эксперимента было выяснено, где в зданиях университета имеются значительные тепловые потери. В переходе между главным и металлургическим корпусами постоянно наблюдается движение больших масс холодного воздуха. Переток осуществляется преимущественно в металлургический корпус, а в главный корпус переток наблюдался только при закрытых дверях металлургического корпуса. Это объясняется тем, что высота металлургического корпуса больше, и соответственно больше естественная тяга. Для количественного определения потерь тепла был использован электронный анемометр Актаком АТТ- 1003, который измеряет значения скорости движения воздуха и его температуру.

Для точности измерений проем двери был разбит на 20 зон (рисунок 1), в каждой из которых производился замер скорости движения воздуха и температуры.

Измерения проводились в двух режимах: с одной открытой дверью и полностью открытым дверном проеме (открыты две двери). Эксперимент проводился в вечернее время с 19:15 до 20:15, чтобы создать условия отсутствия теплоступлений от перемещающихся масс людей по переходу и бо-

лее низкой температуры наружного воздуха, чем в дневное время суток. Во время проведения измерений температура наружного воздуха составляла -9°C . На начало измерений температура внутреннего воздуха составляла 16°C и на всем протяжении эксперимента постоянно снижалась.

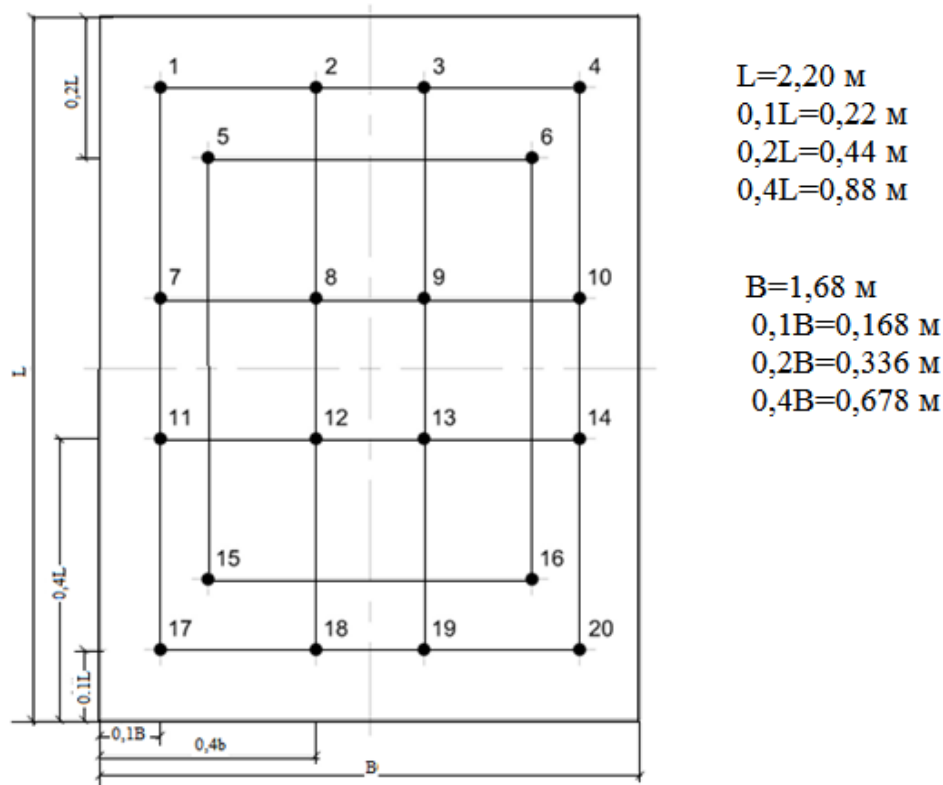


Рисунок 1- Схема точек замера в проеме двери

В случае открытых дверей металлургического корпуса какого либо значимого перетока в корпус металлургический не наблюдалось, из чего следует, что весь воздух перетока поступал из блока поточных аудиторий. При закрытых дверях из перехода в металлургический корпус поток воздуха направлялся в главный корпус.

При известных значениях скорости и температуры в точках замера воздуха, были получены усредненные их значения, и на основании новых значений рассчитано количество инфильтрующегося воздуха и количество тепла, затраченного на его нагрев (таблица 1). Разность температур была принята 4°C для догрева до нормативного значения.

Следует отметить, что при понижении наружной температуры, будет расти и тепло затраченное на нагрев воздуха до расчетной внутренней температуры.

На основании полученных данных были сделаны выводы о более чем значительных тепловых потерях в здании университета и о необходимости мер противодействия инфильтрации в блоке поточных аудиторий. Первоочередной мерой является ликвидация поступления воздуха через ленточное остекление рекреации и уплотнение входных дверей блока поточных аудиторий.

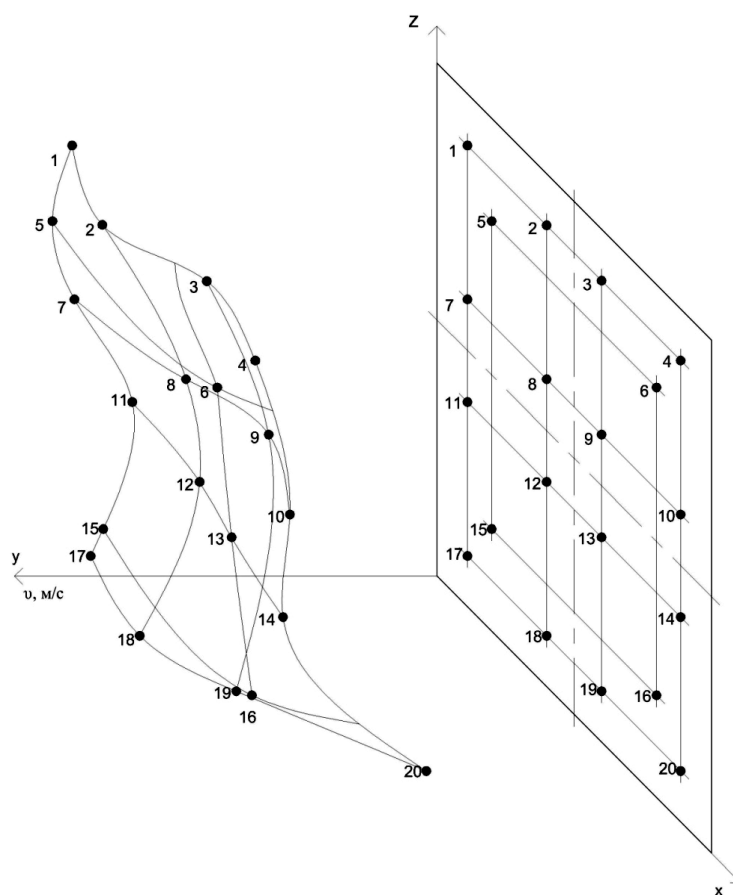


Рисунок 2- Эпюра скоростей движения воздуха в проеме двери.

Таблица 1- Расчетные значения параметров

Значение	Металлургический корпус		Главный корпус	
	Одна дверь	Две двери	Одна дверь	Две двери
Средняя скорость, \bar{v} ср, м/с	2,04	1,28	1,61	0,95
Средняя температура, t ср, °С	14,7	12,0	13,9	12,6
Количество воздуха, L , м³/ч	27117	34076	21415	25321
Количество тепла, Q , кВт/ч	28,6	36,3	22,6	26,9

Библиографический список

1. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.- М.: Минрегион России, 2012.-100с.
2. ГОСТ 30491-96. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях.- введ.1999-03-01.- М.:2000.-7 с.

ТЕПЛОВЫЕ ПОТЕРИ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Лежнёва Ю.А., Алексеева Е.Г.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Немова Т.Н.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, e-mail: pr-tsuab@mail.ru*

На сегодняшний день одной из проблем энергосбережения являются высокие тепловые потери при эксплуатации магистральных инженерных сетей. Оценка тепловых потерь связана со значительными материальными и временными затратами, которые в текущий период информационных технологий могут быть существенно снижены при использовании специальных программ, позволяющих оптимизировать работу инженеров-теплотехников. Одной из таких программ является программа «ТерлоRoTr-2» (версия от 03.02.2012).

Ключевые слова: тепловые потери, трубопровод, программа «ТерлоRoTr-2».

В настоящей работе представлены результаты расчета тепловых потерь в магистральных тепловых сетях с различными теплоизоляционными материалами с помощью программы «ТерлоRoTr-2» (версия от 03.02.2012) и сравнение их с результатами других авторов. Программа «ТерлоRoTr-2» проста в использовании, находится в открытом доступе в интернете и не требует дополнительных установок. Она позволяет рассчитать тепловые потери через изоляцию трубопроводов при различных способах прокладки трубопровода, многослойных стенок (в том числе воздушных прослоек), паровых спутников мазутопроводов, а также провести расчеты одноходовых теплообменников «труба в трубе», потерь давления на элементах узлов учета тепла, радиационно-конвективных щелевых рекуператоров промпечей, ограждений с теплопроводными включениями и прочее.

Для анализа рассматривался часто применяемый в России магистральный трубопровод (условным диаметром 0,6 м), изолированный пенополиуретановыми (ППУ) скорлупами толщиной 0,05 м, в непроходном железобетонном канале марки КЛс120-120 подземной прокладки. Средняя температура теплоносителя принималась равной 100...130 °С, а температура на поверхности грунта + 10 °С.

Результаты расчетов тепловых потерь в рассматриваемом трубопроводе по программе «ТерлоRoTr-2» представлены в таблице 1.

Здесь же проведены аналогичные данные, полученные в работе [1] при математическом моделировании тепловых режимов инженерных сетей для тех же условиях эксплуатации.

Таблица 1 - Таблица результатов расчета тепловых потерь

Т, °С	Тепловые потери, рассчитанные по программе «ТерлоРоТр-2», q ₁	Тепловые потери, рассчитанные по математической модели [1], q ₂	Отклонение от математической модели, %
100	70,1	68,42	2,4
110	77,9	77,34	0,72
120	85,7	86,26	0,65
130	93,5	95,18	1,77

Сравнение показывает, что полученные результаты и данные работы [1] хорошо согласуются и расхождение не превышает 2,5 %. Это может быть обусловлено как погрешностью задания исходных данных для расчета тепловых потерь, так и погрешностью результатов в работе [1]. Однако для оценки тепловых потерь в системах теплоснабжения применение программы «ТерлоРоТр-2», по мнению авторов, является целесообразным.

При канальной прокладке теплотрубопровода тепловые потери можно определить из уравнения теплового баланса и равны общим теплопотерям трубопровода в канале, которые равны теплопотерям из канала в окружающую среду:

$$\frac{\tau - t_k}{R_l} \cdot (1 + \beta) = \frac{t_k - t_n}{R_{l_{кан}}}, \quad (1)$$

где τ – средняя температура теплоносителя, °С;
 t_k – средняя температура воздуха в канале, °С;
 t_n – температура окружающей среды над поверхностью канала, °С;
 $(1 + \beta)$ – коэффициент местных потерь, учитывающий дополнительные потери тепла опорами, арматурой и компенсаторами [2], для выбранного диаметра трубопровода равный 1,15;

R_l – полное термическое сопротивление изолированного трубопровода, (м·К)/Вт;

$R_{l_{кан}}$ – суммарное термическое сопротивление канала и грунта вокруг канала, (м·К)/Вт.

Для решения уравнения теплового баланса, необходимо определить следующие показатели:

- Общее термическое сопротивление трубопровода, (м·К)/Вт;
- Термическое сопротивление конструкции канала, (м·К)/Вт;
- Термическое сопротивление грунта вокруг канала, (м·К)/Вт;
- Термическое сопротивление от воздуха к стенкам канала, (м·К)/Вт;
- Общее термическое сопротивление канала, (м·К)/Вт;
- Среднюю температуру воздуха в канале, °С.

Отклонение данных по тепловым потерям в трубопроводе, вычисленных из уравнения теплового баланса в сравнении с результатами, получен-

ными по программе «ТерлоRoTr-2», составляет менее 1 %. Однако, несмотря это, расчеты занимают время, что делает использование программы предпочтительным.

Как известно[3], при увлажнении теплоизоляционных материалов, применяемых в тепловых сетях, происходит значительное увеличение значения коэффициента теплопроводности этих материалов, что приводит к дополнительным и весьма существенным тепловым потерям на тепломагистралях.

С помощью программного пакета «ТерлоRoTr-2» с учётом полученных экспериментальных данных работы [3] по исследованию влияния увлажнения теплоизоляционных материалов, применяемых в магистральных тепловых сетях, на их теплофизические свойства проведена оценка тепловых потерь в трубопроводе для различных условий эксплуатации.

Физическая постановка задачи.

Объектом исследования являлся стальной трубопровод с условным диаметром 0,6 м толщиной 0,01 м (коэффициент теплопроводности стали принимался равным 50 Вт/(м·К)), изолированный теплоизоляционным материалом:

1. Базальтовой ватой толщиной 0,04 м с защитным покрытием из асбестоцементных сборных скорлуп толщиной 0,008 м (коэффициент теплопроводности защитного покрытия равен 0,0583 Вт/(м·К)).

2. Пенополиуретановыми скорлупами толщиной 0,06 м.

Экспериментальные полученные значения коэффициента теплопроводности теплоизоляционных материалов для трёх случаев затопления теплотрассы(на четверть, на половину и полностью), а также для случая, когда теплоизоляционный материал после полного увлажнения высыхал в естественных условиях [3], представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 - Значения коэффициента теплопроводности базальтовой ваты

Состояние	Сухой	Затоплен на четверть	Полное высыхание после затопления
Значение коэффициента теплопроводности, Вт/(м·К)	0,053	0,15	0,11

Таблица 3 - Значения коэффициента теплопроводности ППУ

Состояние	Сухой	Затоплен на четверть	Затоплен на половину	Затоплен полностью	Полное высыхание после затопления
Значение коэффициента теплопроводности, Вт/(м·К)	0,047	0,06	0,076	0,15	0,05

Температура окружающей среды принималась для Томска, равной минус 40 °С [4].

Результаты использования программного пакета «ТерлоRoTr-2».

Зависимость изменения значения тепловых потерь от величины коэффициента теплопроводности для системы теплоснабжения изолированной базальтовыми матами и ППУ, полученные с помощью программы «ТерлоRoTr-2» представлены на рисунках 1 и 2.

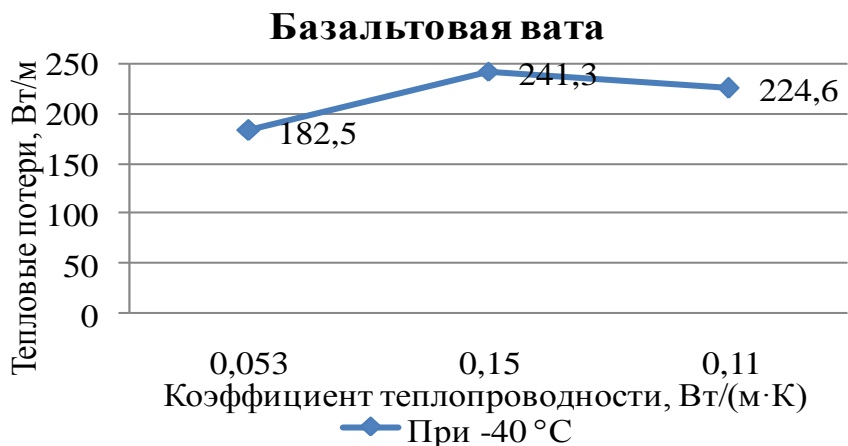


Рисунок 1 - Зависимость изменения тепловых потерь от величины коэффициента теплопроводности базальтовой ваты

Из рисунка 1 следует, что тепловые потери трубопровода, изолированного базальтовой ватой при полном высыхании после затопления возрастают в 1,23 раза по сравнению с исходным сухим материалом.

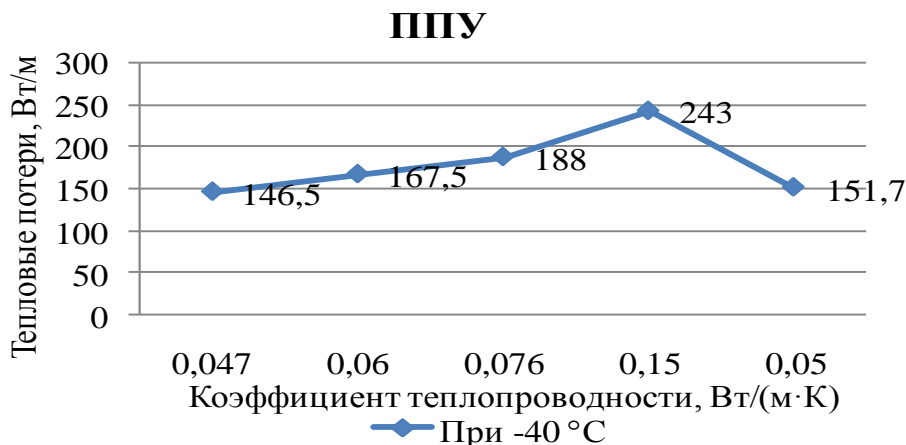


Рисунок 2- Зависимость изменения тепловых потерь от величины коэффициента теплопроводности пенополиуретановых скорлуп

Из полученных результатов, представленных на рисунке 2, следует, что тепловые потери при полном затоплении трубопровода изолированного ППУ скорлупами возрастают в 1,66 раза, а при полном высыхании их значение приближено к значениям первоначальных. Это может быть обусловлено относительно жесткой структурой пористого материала, при увлажнении которого открытые поры большого диаметра заполняются водой (до 7% от первоначального веса). Далее вследствие естественного высыхания материал восстанавливает свой вес, сохраняя структуру.

Заключение.

Использование специальных программ для вычисления инженерных показателей, в частности программа «ТерлоRoTr-2» позволяет вычислить большое их количество, включая тепловые потери. Кроме того, оценив априори, тепловые потери в магистральных системах теплоснабжения в широком диапазоне параметров их эксплуатации можно с минимальными затратами выбрать тип теплоизоляционного материала и его толщину.

Библиографический список

1. Половников В.Ю. Математическое моделирование тепловых режимов теплотрубопроводов в условиях увлажнения изоляции: Дис. ... канд. тех. наук:05.14.04. – Томск, 2006. – 122 с.
2. Справочник проектировщика. Проектирование тепловых сетей / под ред. А.А. Николаева.– Курган.: Интеграл, 2012.– 360 с.
3. Воронина Ю.А., Немова Т.Н., Трофимов К.Д., Цветков Н.А. // Изв. вузов. Физика. – 2010. – № 12/2. – С. 63-68
4. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: Госстрой России, 2000.- 57 с.

УДК 697.341

ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Вилегжанин Л.С.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В соответствии с современными СНиП температура воздуха в жилых и административно-бытовых зданиях в холодный период регламентируется в зависимости от района расположения объекта. Однако повсеместно наблюдается ненормативный отпуск тепловой энергии для потребителей. Данная проблема затрагивает практически все города России с централизованным теплоснабжением.

Ключевые слова: энергоэффективность, теплоснабжение, регулирование отпуска тепла, энергосбережение.

Можно выделить основные причины ненормативной работы системы транспортирования и потребления тепловой энергии:

1. Износ трубопроводов тепловых сетей и как следствие постоянные аварии и утечки теплоносителя. Трубопроводы тепловых сетей постоянно подвергаются механическим и температурным нагрузкам и могут выйти из строя раньше положенного срока службы.

2. Нарушение изоляции тепловых сетей посредством механических воздействий либо посредством потери теплоизолирующей способности ведет к потере тепловой энергии;

3. Влияние на теплопотребление отдельных факторов, таких как климатические условия, суточные и часовые изменения нагрузок на горячее водоснабжение, неоднородность тепловой нагрузки.

4. Бесконтрольная добыча и расточительное использование невозобновляемых энергоресурсов привели к ухудшению экологической обстановки: потеплению климата, болезням, загрязнению атмосферы и рек, вырубке лесов [4].

5. Разрегулировка абонентов друг относительно друга. Тепловые сети как правило имеют сложный вид, расстояние от абонентов до источника может сильно отличаться.

6. Увеличение тепловой нагрузки. С каждым годом тепловые сети значительно расширяются, ведется строительство большого количества благоустроенных зданий. Увеличение же нагрузки не учтено в действующих графиках отпуска тепла от источников теплоснабжения [1].

7. Установка местных и индивидуальных средств автоматики. Потребители тепла самостоятельно устанавливают на вводах и перед отопительными приборами средства автоматического регулирования, что никак не учитывается на источниках теплоснабжения. Оснащение большинства абонентов регуляторами отопления приводит к естественному изменению расхода сетевой воды в соответствии с изменением температуры наружного воздуха, т.е. к количественному регулированию тепловой нагрузки [1].

Данные проблемы неоднородной выработки тепловой энергии можно решить различными способами:

1. Использование нетрадиционных источников энергии и как следствие нетрадиционных источников теплоснабжения.

2. Модернизация существующих и строительство новых источников тепловой энергии (оптимизация технологического процесса; переход на более эффективные, дешевые и экологически чистые виды топлива).

3. Применение более эффективных материалов и конструкций. Использование знаний, полученных многолетним опытом эксплуатации как тепловых сетей, так и источников теплоснабжения.

4. Учет влияния ветра и солнечной радиации на теплопотребление жилых зданий. Основной нагрузкой для жилых районов большинства городов России является отопление. В настоящее время с целью определения продолжительности отопительного периода и затрат топлива на обогрев жилых зданий учитывается только такой основной климатический фактор, как температура наружного воздуха. Однако учет влияния ветра и солнечной радиации, а так же изменение по годам фактического значения средней за отопительный период температуры наружного воздуха позволяет уточнить годовое теплопотребление системами отопления, что ведет к экономии затрат топлива на обогрев жилищно-коммунального сектора [3].

5. Модернизация индивидуальных тепловых пунктов с использованием современных пластинчатых теплообменников, новых сетевых насосов (в т.ч. частотно регулируемым электроприводом для системы горячего водоснабжения) [2].

6. Строительство когенерационных источников теплоснабжения, основанных на одновременной выработке тепловой и электрической энергии, а также модернизация котельных в мини-ТЭЦ. Данное техническое решение подразумевает высокую надежность и эффективность использования ресурсов.

7. Установление целевых показателей (лимитов потребления) может быть эффективным инструментом, это уже широко распространенный в России подход. В других странах данный подход также оказался успешным. Например, в США правительство поставило задачу ежегодного снижения потребления энергии в зданиях бюджетной сферы на 3 % в течение 2006 - 2015 гг. Предыдущая задача снижения энергопотребления на 2 % в год была успешно выполнена [5].

Каждый конкретный источник теплоснабжения или потребитель характеризуется собственными факторами снижения энергоэффективности, однако в целом в стране следует учитывать все возможные причины ненормативного отпуска теплоты. В настоящее время вопрос энергосбережения должен являться определяющим, это может послужить как методом снижения затрат на выработку тепла, так и способом повышения энергобезопасности.

Библиографический список

1. Барановская М.Г. Проблемы систем централизованного теплоснабжения РФ Проблемы систем централизованного теплоснабжения РФ /М.Г.Барановская, А.Э.Барановская // Nauka-rastudent.ru.- 2014.- No. 11 (11-2014) / [Электронный ресурс] - Режим доступа.- URL: <http://nauka-rastudent.ru/11/2173/>.

2. Заборщикова Н.П. Проблемы инженерного обеспечения и комплексного благоустройства городских поселений/ Н.П. Заборщикова //Всероссийская конференция «Градостроительство и планирование территориального развития России» - 24.07.2009/ [Электронный ресурс]- Режим доступа. - URL: <http://gisa.ru /54849.html>.

3. Чапаев Д.Б., Зоря И.В., Оленников А.А. Влияние климатических факторов на теплопотребление жилых зданий/ Д.Б.Чапаев, И.В.Зоря, А.А. Оленников // Изв. вуз.: Строительство.-2014. № 2. С. 89 - 95.

4. Зоря И.В. Энергосбережение бюджетной организации в современных условиях/ И.В. Зоря, В.В. Стерлигов / Вестник СибГИУ. 2014. № 4 (10).- С. 15-17.

5. Зоря И.В. Энергосбережение в учебных заведениях высшего профессионального образования /И.В. Зоря, О.Я. Логунова // Вестник СибГИУ. 2014. № 4 (10). С. 21-24.

О НАКОПЛЕННОМ ОПЫТЕ В ОБЛАСТИ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ БЮДЖЕТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Мацук В.Ю.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрена необходимость реализации энергосберегающих мероприятий. Рассмотрены различные виды мероприятий по снижению потребления энергетических ресурсов бюджетными организациями на примере Сибирского государственного индустриального университета.

Ключевые слова: энергосберегающие технологии, энергосбережение, энергоэффективность.

После принятия в 2009 году Федерального закона №261 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности», а также нескольких Постановлений Правительства РФ в 2011-ом, наша страна, наконец, включилась в процесс экономии энергии, процесс, который в большинстве развитых стран мира идет на протяжении последних сорока лет. В масштабах такой страны как Россия, это является очень сложной, трудоемкой и ответственной задачей. Достичь желаемого возможно только при определенных программах с четким выделением задач для каждого уровня.

Практически в каждом крупном субъекте РФ имеются долгосрочные программы по внедрению энергосберегающих технологий, издаются различные специализированные журналы и сборники трудов, проводится большое число научно-технических конференций, семинаров и школ. Энергосбережение стало одним из приоритетных направлений науки и технологий РФ.

До недавних пор бюджетные организации не занимались реализацией мероприятий по снижению потребления энергетических ресурсов. Причиной служили дотации из федеральных, или муниципальных бюджетов на коммунальные затраты. В настоящее время решено, что, например, ВУЗы не будут получать бюджетное финансирование на оплату коммунальных услуг. Соответственно затраты перекладываются на доходы, приносящие прибыль. Отсюда появляется необходимость для реализации энергосберегающих мероприятий [1].

В каждом регионе РФ нарабатываются индивидуальные мероприятия по внедрению энергосберегающих технологий, которые зависят от различных факторов: климатических условий, таких как влияние ветра и солнечной радиации и влияние изменения фактического значения средней за отопительный период температуры наружного воздуха [2], экономических возможностей объекта, или даже вида топлива, используемого на получение энергии.

Сибирский государственный индустриальный университет на протя-

жении уже нескольких лет проводит работы по энергосбережению.

- начиная с 2006 г., в главном корпусе в ряде помещений заменялись окна и устанавливались стеклопакеты, что позволяло снижать удельное энергопотребление на 4 %

- в рамках мероприятий по энергосбережению перед отопительным периодом 2008 - 2009 г. все пять тепловых пунктов главного корпуса СибГИУ были автоматизированы, что, безусловно, повлияло на последующее энергопотребление здания, снизив его на 5 % (потенциал энергосбережения в результате автоматизации систем отопления зданий может составлять в среднем за год 20 %). Небольшая величина понижения объясняется тем, что не проводились работы по снижению тепловых потерь строительными конструкциями корпуса;

- летом 2009 г. производились работы по ремонту кровли, в результате чего было повреждено утепление чердачного пространства корпуса. Это увеличило удельное энергопотребление на 3 %. В декабре 2009 г. был обследован чердак с помощью тепловизора Fluke Ti20 (рисунок 2), выявлены дефекты утепления чердака;

- летом 2010 г. по проведенным обследованиям было выполнено утепление чердака, что в отопительном периоде 2010 – 2011 гг. дало понижение удельного энергопотребления на 18,5 %; - после отопительного периода 2011 - 2012 гг. снижение удельного энергопотребления на 2 - 3 % происходило исключительно за счет уменьшения тепловых потерь, связанных с заменой деревянных окон на стеклопакеты [1].

Кроме того предполагается горно-металлургический корпус оборудовать комплексами погодного регулирования, которые позволяют варьировать температуру теплоносителя в зависимости от изменения погодных условий [3]. Так как потребление тепловой энергии в учреждениях образования (учебных заведениях высшего профессионального образования) делится на три основные группы: отопление (53 – 70 %), горячее водоснабжение (16 – 30 %), вентиляция (10 – 25 %). Очевидно, что для учебных заведений наиболее актуальны вопросы энергоэффективности и энергосбережения систем отопления. Здесь под энергоэффективностью 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 всего вышесказанного можно сделать вывод, что к числу основных технических мероприятий по повышению энергоэффективности на объектах бюджетной сферы можно отнести:

- утепление подвалов, плоской крыши, чердачных перекрытий, окон;
- теплоизоляцию наружных стен;
- устройство теплоотражающих экранов за радиаторами;
- утепление труб внутренней разводки системы горячего водоснабжения;

- установку приборов учета и балансировочных вентилей на вводе в здание;
- наладку системы отопления, установку термостатов на отопительных приборах;
- замену схемы с использованием элеваторных узлов на схему с насосом и системой регулирования и автоматизации;
- устройство индивидуальных тепловых пунктов с установкой устройства пофасадного регулирования здания;
- устройство периодического режима отопления здания;
- перекладку тепловых сетей [1].

В Поволжье, в Волгограде используют более энергоэффективные системы отопления с использованием тепловых насосов. Системы отопления, основанные на применении теплового насоса, отличаются экологической чистотой, так как работают без сжигания топлива и не производят вредных выбросов в атмосферу. Кроме того, они характеризуются экономичностью: при подводе к тепловому насосу, например, 1 кВт электроэнергии, в зависимости от режима работы и условий эксплуатации он дает до 3-5 кВт тепловой энергии. [4] Также кроме экономического эффекта может быть получен еще экологический и социальный эффект [4].

Срок окупаемости произведенных затрат составил 2,21 года. Экономия составила от 1 до 1,3 млн. руб за отопительный сезон.

Перспективным направлением в энергосбережении для образовательных учреждений является разработка удельных показателей энергозатрат, например, на 1 м² здания или на одного человека (обучающегося или работника), а возможно, и комплексных – на 1 м² на 1 человека. Таким образом, можно будет оценить и сравнить степень энергоэффективности различных образовательных учреждений [5].

В любом случае, для повышения успешности реализации эффективных мер по энергосбережению в бюджетных организациях необходим обмен опытом в этой области, а также формулирование целевых установок по повышению энергоэффективности и представление программ реализации этой целевой установки [1].

Для этого необходима организация консультативной помощи бюджетным организациям, они должны быть обеспечены методическими рекомендациями по разработке программ и по проведению энергетических обследований, по созданию системы мониторинга и отчетности. В соответствующие органы власти должны ежегодно представляться отчеты об итогах выполнения целевых заданий, которые должны содержать оценку экономии энергии, полученной вследствие реализации программ; степень приближения к целевой установке; оценку эффективности реализации выделенных средств [1].

Библиографический список

1. Зоря И.В. Энергосбережение в учебных заведениях высшего профессионального образования/ И.В. Зоря, О.Я. Логунова// Сибирский госу-

дарственный индустриальный университет// Вестник СибГИУ. 2014. № 4 (10).- С. 21-24.

2. Чапаев Д.Б. Влияние климатических факторов на теплопотребление жилых зданий/ Д.Б.Чапаев, И.В.Зоря, А.А.Оленников // Изв. вуз. Строительство, 2014. № 2.- С. 89 - 95.

3. Логунова О.Я. Разработка автоматизированного теплового узла для горно-металлургического корпуса СибГИУ/ О.Я. Логунова, И.В. Зоря// Сибирский государственный индустриальный университет// Вестник СибГИУ, 2014. № 4 (10).- С. 48-50.

4. Першина Т.А. Потенциал энергосбережения систем теплоэнергетики./Т.А Першина // Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет. Тезисы докладов Международной конференции с элементами научной школы «Актуальные проблемы энергосбережения и энергоэффективности в технических системах, Тамбов, 2014.

5. Зоря И.В., Стерлигов В. В. Энергосбережение бюджетной организации в современных условиях. Сибирский государственный индустриальный университет/ И.В. Зоря, В.В. Стерлигов// Вестник СибГИУ. 2014. № 4 (10). С. 15-17.

УДК 628

ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА С ТЕРРИТОРИЙ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ

Бахтиярова Ю.В.

Научный руководитель: доцент Ворон Л.В., доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены вопросы формирования качественного состава поверхностного стока, его возможные методы очистки и использования в системах производственного водоснабжения.

Ключевые слова: поверхностный сток, урбанизированная территория, степень очистки, производственное водоснабжение.

Формирование поверхностного стока представляет собой сложный процесс, подверженный влиянию таких факторов, как назначение и степень хозяйственного освоения территории, ее загрязненность, интенсивность и продолжительность осадков, продолжительность предшествующего сухого периода, нормы расхода воды на мойку дорожных покрытий. Эффективное управление поверхностным стоком, образующимся на урбанизированных территориях, возможно только при учете всех особенностей его формирования на данной территории и должно быть направлено как на избежание

подтоплений и перегрузок дренажной системы, так и на предотвращение попадания в окружающую среду загрязняющих веществ.

В настоящее время дождевые и талые воды с территорий промышленных предприятий, а иногда и с территорий населённых пунктов, используются как дополнительный источник технического водоснабжения для промпредприятий после предварительной очистки. В ряде случаев целесообразно поверхностный сток с территорий нескольких близко расположенных промпредприятий собирать в один коллектор и направлять на единые очистные сооружения, а затем использовать его в производственном водоснабжении в качестве дополнительного источника.

При определении схемы очистных сооружений первостепенное значение имеет расход подаваемого на очистку поверхностного стока и требуемая степень его очистки. С целью сокращения производительности очистных сооружений, как правило, сток усредняется по составу и расходу. Степень очистки поверхностного стока в зависимости от принятой схемы отведения определяется требованиями к качеству воды, используемой в технологических процессах, или условиями спуска его в водные объекты.

Очистные сооружения могут рассчитываться как на окончательную, так и на предварительную очистку с последующей доочисткой на станциях водоподготовки или очистки сточных вод.

Характерными загрязнениями для поверхностного стока являются взвешенные вещества и нефтепродукты. Органические вещества в нем содержатся в растворённом и нерастворённом состоянии. Кроме того, в его составе могут содержаться биогенные элементы; специфические примеси, выбрасываемые в атмосферу промышленными предприятиями, и бактериальные загрязнения.

Источниками загрязнения поверхностного стока взвешенными веществами являются пыль, аэрозоли, компоненты топлива и атмосферных промышленных выбросов, продукты дорожных покрытий и эрозии почвы, бытовой мусор, растительные остатки и т.п. Дождь захватывает из воздуха 12-20 мг/л твёрдых частиц. Около 14 мг/л аэрозолей и компонентов промышленных выбросов содержится в стоке с крыш здания. Продукты разрушения дорожных покрытий составляют 40-50 г/м² в год. Взвешенные вещества, образующиеся главным образом из продуктов эрозии почвы газонов и открытых грунтовых покрытий, определяют в основном минеральный состав твёрдой фазы стока. Загрязнённость дождевых и талых вод зависит от санитарного состояния территорий (качества уборки), интенсивности движения и технического состояния автотранспорта и др.

Для очистки поверхностных стоков, не содержащих специфических загрязнений, применяют механические методы включающие отстаивание и фильтрацию. Часто такие методы применяются в качестве первичной очистки перед применением методов более глубокой обработки. Применяемые отстойники представляют собой сооружения для механического удаления

осадка и бензо-маслоуловители для удаления нефтепродуктов. Для удаления грубых примесей применяют пескоуловители и решетки для улавливания крупного мусора.

Для очистки поверхностного стока в месте сброса существует широкий спектр устройств проточного типа, которые по принципу своей работы относятся к устройствам контроля поверхностного стока в месте сброса. Они представляют собой подземные емкости, работают по проточной схеме как элемент самотечной дренажной ливневой канализации и не имеют аккумулирующих емкостей.

В настоящее время находят широкое применение для очистки поверхностного стока пруды-накопители. Они предусматриваются для того, чтобы перехватывать основной объем поверхностного стока, задерживать его до тех пор, пока он частично или полностью не заменится порцией нового стока во время следующего дождя. Грамотно спроектированные пруды-накопители очень эффективны в очистке поверхностного стока от всех типов загрязнителей, помогают контролировать одновременно качество и количество стока и, кроме того, могут стать ценным эстетическим элементом. Очистка стока от взвешенных веществ в них происходит путем гравитационной седиментации, водные микроорганизмы и растения обеспечивают удаление нутриентов и разложение органических примесей.

Еще одним вариантом ландшафтного решения являются задерживающие системы. Задерживающие системы предусматриваются для того, чтобы перехватывать основной объем поверхностного стока после выпадения дождя, временно задерживать его и постепенно (обычно в течение не более 24 часов) выпускать в водоток. Главной целью таких систем является уменьшение объема стока во время максимальных дождей. В период между выпадением осадков данные территории остаются сухими и могут иметь другое назначение (использоваться как парк или спортивная площадка). Однако следует учитывать, что степень очистки стока в таких системах минимальна и ограничивается задержанием взвешенных веществ за счет гравитационного осаждения. Кроме того, выпускные коллекторы таких конструкций быстро забиваются и требуют периодической чистки.

Наиболее перспективной в экологическом плане является технология повторного использования поверхностного стока. При таком подходе поверхностный сток рассматривается как ресурс, а не как один из отходов. Практически без предварительной очистки он может быть использован для пополнения запасов подземных вод, непитьевого применения населением (например, полива садов, газонов и огородов, мойки машин, смыва туалетов) и в промышленных целях (в охлаждающем оборудовании, для мойки, для генерации электроэнергии). Особенно хорошо для повторного использования без предварительной очистки подходит сток с крыш зданий, т.к. он значительно чище стока, формирующегося на дорогах и тротуарах. Кроме того, сток с крыш вносит основной вклад в формирование объема поверхностного

стока, поэтому его повторное использование можно одновременно считать способом контроля поверхностного стока в источнике образования.

В настоящее время в России поверхностный сток используется в оборотных системах водяного охлаждения и для нужд пожаротушения. При этом очистка и подготовка его к использованию ограничивается отстаиванием в прудах и фильтрацией через дамбы различных типов.

На предприятиях поверхностный сток с территорий технологических установок, резервуарных парков и эстакад отводится совместно с производственными сточными водами. После физико-механической очистки, а в ряде случаев и биологической, эти сточные воды, как правило, используются для подпитки оборотных систем. Поверхностный сток с остальной территории в большинстве случаев отводится самостоятельной системой. Очистка его осуществляется в песколовках и в прудах-накопителях. Использование данного поверхностного стока в оборотных системах позволяет уменьшить накипеобразование в холодильно-конденсационной аппаратуре, но в это же время может увеличить коррозию, что требует применения эффективной защиты.

В современных условиях поверхностный сток является значимым источником загрязнения водоемов. Существует большое разнообразие разработанных методов контроля и очистки поверхностного стока с урбанизированных территорий. При выборе метода необходимо руководствоваться как характеристиками территории, сток с которой должен быть подвергнут очистке, так и характеристиками самого стока и особенностями выбранного метода. В ряде случаев наиболее рациональным является использование очищенного поверхностного стока с урбанизированных территорий на технологические нужды предприятий тем самым сокращая забор воды из источника и предотвращая сброс в водоем.

Библиографический список

1 М.И.Алексеев, А.М.Курганов. Организация отведения поверхностного (дождевого и талого) стока с урбанизированных территорий: Учеб. пособие.-М.: Изд-во АСВ; СПб.: СПбГАСУ. -2000.-352с.:ил.

2. Кусургашева с.ВЮ., Ворон Л.В. Организация замкнутого водоснабжения. Очистка поверхностного стока завода транспортного машиностроения в г. Барнауле.//Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. / Новокузнецк: изд. Сиб.ГИУ,2009г.–Вып. 13. С. 102-105.

3. Ермилов А.О., Ворон Л.В. Очистка поверхностного стока.//Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. / Новокузнецк: изд. Сиб.ГИУ,2011г.–Вып. 15. С. 154-156.

СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Стрельников А.А.

Научные руководители: доцент Ворон Л.В., доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье описана организация систем водоснабжения и водоотведения г. Санкт-Петербурга с подробным изложением применяемых новейших методов и наработок в подготовке питьевой воды и очистки городских стоков.

Ключевые слова: системы водоснабжения и водоотведения, источник водоснабжения, водоподготовка, очистка сточных вод.

Централизованное водоснабжение в Петербурге появилось в конце 1863 года.

На данный момент водоканал Санкт-Петербурга является одним из ведущих предприятий по очистке воды в России. Он снабжает питьевой водой пятимиллионный город, а также тысячи предприятий и организаций. Основным источником водоснабжения является река Нева. Из Невы забирается около 98 % воды, которая проходит обработку на 5 наиболее крупных водопроводных станциях.

Система водоснабжения Санкт-Петербурга – это комплекс взаимосвязанных инженерных сооружений, обеспечивающих бесперебойную подачу потребителям питьевой воды. В состав комплекса входят 9 водопроводных станций, 198 повысительных насосных станций, сеть трубопроводов протяженностью 6865,7 км.

Технологический процесс водоподготовки включает следующие основные этапы:

- аммонирование воды;
- обеззараживание воды;
- коагуляция загрязняющих веществ;
- флокуляция;
- фильтрация через песчаную загрузку на контактных осветлителях (одноступенчатая схема очистки);
- отстаивание и фильтрация через песчаную загрузку на скорых фильтрах (двухступенчатая схема очистки);
- обеззараживание УФ-излучением.

В 2011 году был запущен новый блок водоподготовки на крупнейшей водопроводной станции Санкт-Петербурга (рисунок 1). Производительность нового блока – 350 тысяч кубометров воды в сутки. Здесь на первом этапе вода проходит предварительное озонирование. Озон получают здесь же, на блоке, в озонаторной станции. Сам процесс очистки воды – двухступенча-

тый. Первая ступень включает коагуляцию, флокуляцию и отстаивание в отстойниках. Вторая ступень – это фильтрация через скорые фильтры. Новый блок обеспечивает бережное отношение к окружающей среде. Здесь применен замкнутый цикл использования промывной воды фильтров. Также предусмотрена система обработки осадка, образующегося в результате очистки воды, с возможностью дальнейшего его использования.



Рисунок 1 - Новый блок водоподготовки

В Петербурге используется уникальная комплексная система обеззараживания водопроводной воды. Она включает использование химического (добавление реагентов – гипохлорита натрия и сульфата аммония) и физического (обработка воды ультрафиолетом) методов. Петербург полностью отказался от использования для обеззараживания воды жидкого хлора. Сегодня вместо хлора применяется гипохлорит натрия – столь же эффективный с точки зрения обеззараживающего эффекта, но при этом абсолютно безопасного. Гипохлорит натрия производится на двух заводах, которые построил Водоканал. Использовать для обеззараживания воды ультрафиолет в Петербурге начали с 2004 года. И в 2008 году Санкт-Петербург стал первым мегаполисом в мире, где вся питьевая вода проходит обработку ультрафиолетом.

Главные достижения петербургского Водоканала в области водоподготовки:

- вся питьевая вода, поступающая в город, проходит обработку ультрафиолетом, что обеспечивает ее эпидемиологическую безопасность;
- в процессе обеззараживания воды не используется жидкий хлор, он заменен безопасным и нетоксичным в производстве гипохлоритом натрия;
- при аммонировании воды вместо растворов аммиака используется безопасный и нетоксичный в производстве сульфат аммония;
- для контроля состояния воды в Неве используется система биомониторинга- с использованием раков;
- внедрена система дозирования порошкообразного активированного угля (ПАУ), обеспечивающая удаление запаха и следов нефтепродуктов в подготовленной воде.

Санкт-Петербург канализован по комбинированной схеме: 70 % всей

территории имеет общесплавную канализацию, в которую поступают хозяйственно-бытовые, производственные, а также поверхностные (дождевые, талые) стоки. Остальная территория - это в основном районы новостроек и пригороды, канализованы по раздельной схеме (дождевые и талые воды собираются отдельно от остальных стоков).

По итогам 2013 г. среднесуточный объем очищенных сточных вод составил 2,18 млн. м³/сутки. В 2013 году 98,4% сточных вод, образующихся в городе, стали проходить очистку. Это стало возможно благодаря завершению строительства северной части Главного канализационного коллектора и переключению на него оставшихся прямых выпусков. Он представляет собой два тоннеля протяженностью 12,2 км каждый и диаметром 4м, проложенных под землей на глубине 40-90м, десятки приемных и приемно-распределительных шахт, километры соединительных микротоннелей, узел регулирования стоков. Узел регулирования стоков – это уникальная насосная станция, глубиной 90м, которая позволяет решить вопрос регулирования скоростей проходящих по коллектору сточных вод и самоочистки коллектора от донного осадка.

Сам процесс подготовки сточных вод к выпуску в водоем включает механическую очистку и полную биологическую очистку (рисунок 2). В процессе механической очистки сточные воды проходят через решетки, песколовки и первичные отстойники, освобождаясь при этом от грубых минеральных и органических примесей, взвешенных веществ. Далее вода идет на аэротенки, а затем поступает во вторичные отстойники. Процесс биологической очистки происходит за счет жизнедеятельности в аэротенке активного ила при постоянном контакте с кислородом воздуха, нагнетаемого в аэротенке. В настоящее время на очистных сооружениях Водоканала активно внедряется химико-биологическая очистка сточных вод, которая сочетает глубокое удаление биогенных элементов биологическим путем и химическое осаждение фосфора, что дает возможность Санкт-Петербургу полностью выполнять рекомендации Хельсинкской комиссии по защите Балтийского моря - содержание фосфора в общем сбросе городских сточных вод $\leq 0,5$ мг/л.



Рисунок 2 - Очистные сооружения

Завершающим этапом очистки сточных вод является обеззараживание очищенных стоков ультрафиолетовым облучением. Далее уже очищенная вода сбрасывается в Финский залив.

Санкт-Петербург является первым мегаполисом в мире, где решена задача утилизации осадка сточных вод. В городе работают три завода по сжиганию осадка. Сжигание осуществляется в печах с кипящим слоем при температуре 870°C, полученное от сжигания осадков тепло используется на технологические нужды очистных сооружений, обогрев зданий и выработку электроэнергии, что позволяет Водоканалу экономить энергоресурсы. Отходящие дымовые газы проходят трехступенчатую очистку. Контроль качества очищенных дымовых газов осуществляется биомониторингом, с использованием африканских улиток.

Главные достижения петербургского Водоканала в области канализования и очистки сточных вод:

- с 10 октября 2013 года проходят очистку 98,4 % всех сточных вод, образующихся в городе;

- решена проблема утилизации осадка сточных вод: в городе работают три завода по его сжиганию;

- на очистных сооружениях внедрена технология глубокого удаления биогенов (азота и фосфора), обеспечивающая выполнение требований Хельсинской комиссии по защите Балтийского моря. Это снижает биологическую нагрузку на Неву, Финский залив, Балтийское море;

- внедрена система биомониторинга качества очистки сточной воды, а также состава очищенных дымовых газов заводов по сжиганию осадка - с использованием гигантских африканских улиток.

УДК 628

СИСТЕМА БИОМОНИТОРИНГА ВОДОКАНАЛА ГОРОДА САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Стрельников А.А.

Научные руководители: доцент Ворон Л.В., доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье изложены системы биомониторинга контроля качества воды источника водоснабжения города, качества очистки сточных вод и отходящих дымовых газов заводов по сжиганию осадков сточных вод.

Ключевые слова: биомониторинг, регламенты подготовки воды, качество очистки, сжигание осадков сточных вод.

Во время прохождения второй производственной практики в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» меня заинтересовала необычная система

контроля качества очищенных вод, я увидел там необычных «сотрудников» - это раки, рыбки и улитки. Системы биомониторинга, использующие животных-биоиндикаторов, применяемые в Водоканале, разработаны учеными Санкт-Петербургского научно-исследовательского центра экологической безопасности Российской академии наук.

На сооружениях по очистке питьевой воды, а так же сточных вод, контролировать качество воды помогают раки. Следить за составом очищенных дымовых газов, образующихся на заводах по сжиганию осадка, помогают улитки. Все животные-биоиндикаторы не подменяют собой методы приборного и лабораторного контроля, а дополняют их.

Системы биомониторинга качества воды применяются на многих водопроводных станциях города и ближайших пригородов. Их главная задача - следить за уровнем токсичности источника питьевого водоснабжения Санкт-Петербурга - невской воды. Они живут в аквариумах на многих водозаборах петербургского Водоканала.

Качество воды из р. Невы, прежде чем попасть на очистные сооружения и стать водопроводной, контролируется, помимо лабораторий системой биомониторинга. Технологам необходимо для соблюдения регламентов подготовки воды постоянно следить за качественным составом поступающей на сооружения воды. Существующие физико-химические методы контроля по экономическим причинам могут обеспечивать контроль только ограниченного числа загрязняющих воду веществ и требуют времени, а технологам важно получить сигнал о поступлении на водозабор «загрязненной» воды как можно раньше. Оперативно, в реальном времени, «сообщить» об опасности могут живые водные организмы, в частности, раки, которые очень чувствительны к загрязнениям среды их обитания. Для чего к панцирю рака, сидящего в аквариуме, приклеивается волоконно-оптический датчик, который позволяет незаметно для животного в течение длительного времени регистрировать его сердцебиение (рисунок 1). На экран компьютера диспетчера смены непрерывно выводятся уже обработанные результаты показателей сердечного ритма и стресс-индекса раков как «светофор»: красный, желтый или зеленый световые сигналы. Нормальный сердечный ритм ничем не обеспокоенного рака (соответствующий зеленому сигналу), колеблется, в зависимости от температуры воды от 30 до 60 ударов в минуту, а стресс-индекс обычно близок к нулю. В случае опасности частота сердечных сокращений резко повышается не менее чем на 50%, а стресс-индекс возрастает до нескольких тысяч. При попадании в воду токсичных веществ раки реагируют в течение 1,5-2 минут (время с учетом обработки данных). Их кардиоритм учащается, приборы дают сигнал тревоги (красный сигнал на мониторе), по которому автоматически отбираются пробы воды для последующего подробного лабораторного анализа химическими и биологическими методами, оповещаются все службы водопроводной станции и вводятся соответствующие коррективы в схему подготовки воды.



Рисунок 1 - Рабочее место рака

В Водоканале существует специальная ферма для разведения своих, адаптированных к производственному шуму и людям раков. Так животные с рождения привыкают к общению с людьми, природным колебаниям качества невиской воды, шуму насосов станции. Раки реагируют и на раздражители, не связанные с загрязнением воды – например, на шум включаемого оборудования. Чтобы отсеять ложные срабатывания системы оповещения (ложные с точки зрения токсикологической опасности воды), ученые создали специальную аналитическую станцию, которая измеряет ряд характеристик воды - щелочность, температуру, мутность, а также шум и вибрацию в помещении. Если аппаратура регистрирует вибрацию, то сигнал опасности в диспетчерскую не поступит, потому что датчики фиксируют момент, когда учащение сердцебиения рака совпадает с шумовым или вибрационным эффектом, и отсекают его, как не связанного с токсикологической опасностью.

Раки это достаточно хорошо изученные животные с точки зрения физиологии и токсикологии. Однако для того, чтобы попасть на службу в Водоканал, раки проходят тщательное биохимическое и физиологическое обследование здоровья.

Работают на биомониторинге только самцы в возрасте 3-5 лет, три дня через шесть. Срок их службы составляет примерно год, затем их отпускают на волю, так как по своей физиологии раки должны зимовать, впадая в холодный период в состояние «спячки».

На очистных сооружениях сточных вод кроме раков, контролирующих качество очистки, на заводах по сжиганию осадка работают гигантские африканские улитки. Это новая биоэлектронная система биомониторинга, внедренная Водоканалом.

Задача улиток - «следить» за состоянием воздуха в районе завода по сжиганию осадка сточных вод. Улитки дышат воздухом с примесью дыма, выходящего из трубы завода, для них дым разбавляется от 1000 до 10 000 раз чистым воздухом. Так достигается примерно та концентрация, которая имеет место на границе санитарно-защитной зоны завода.

К их раковинам прикреплены оптоволоконные датчики сердцебиения и поведения (двигательной активности), благодаря которым с помощью специального программного обеспечения система в автоматическом режиме

оценивает функциональное состояние животных, то есть их «самочувствие». Система в автоматическом режиме следит за функциональным состоянием улиток, главным образом - за режимом сердцебиения и подвижностью в рамках суточного цикла.

Раки реагируют на резкое изменение условий в среде обитания, а созданная на основе улиток система непрерывного контроля степени загрязненности воздуха на границе санитарно-защитной зоны завода может реагировать не только на резкие и значительные изменения, происходящие в воздухе, но и контролировать возможное негативное влияние на здоровье, связанное с хроническим токсическим воздействием загрязняющих веществ, выбрасываемых с дымовыми газами, даже при относительно низких концентрациях таких веществ. То есть постепенное накопление вредных веществ в организме животных от того, что они дышат загрязненным воздухом, скажется на самочувствии улиток.

Улитка сидит на мячике, который плавает на поверхности воды. К раковине животного прикреплены датчики, фиксирующие сердцебиение и двигательную активность. Перед мячиком установлена кормушка. Все улитки находятся в открытой емкости (коробке), куда подается смесь воздуха и очищенного дыма (рисунок 2).



Рисунок 2 - Рабочее место улитки

Для создания улиткам максимально благоприятных условий существования была проведена определенная работа. Во-первых, разработано крепление датчика на раковине так, чтобы улитки не ощущали никакого давления и дискомфорта. Созданный механизм крепления напоминает механизм дверной петли - отклонение влево-вправо жестко фиксируется, а вертикальных усилий, которые удерживают раковину, нет никаких. Во-вторых, благодаря мячику нет сопротивления качению, и улитка может ползти. Еще одно из важных условий существования улитки в природе, которое пришлось обеспечить ученым здесь, – это интенсивное увлажнение.

Данные системы биомониторинга позволяют постоянно и строго следить за качеством поступающей на очистку воды, выпускаемых в водоем очищенных сточных вод, а также очищенных газов, отводимых в атмосферу. Это помогает предотвратить возникновение нештатных ситуаций и максимально обеспечить природоохранные и санитарные требования.

ВОДООБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАВОДА «КУЗНЕЦКИЕ ФЕРРОСПЛАВЫ»

Егорцев А.С.

Научные руководители: доцент Ворон Л.В., Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены вопросы организации оборотного водоснабжения чистых (закрытого и открытого) и грязного оборотных циклов ферросплавного завода.

Ключевые слова: оборотное водоснабжение, закрытая и открытая системы охлаждения, чистый и грязный оборотные циклы.

Ферросилиций – сплав кремния с железом. Основное назначение ферросплавов в сталеплавильном производстве – раскисление и легирование стали, а также легирование и модифицирование чугуна и его сплавов.

Способ получения ферросилиция на предприятии ОАО «Кузнецкие ферросплавы» электротермический, с углевосстановительным процессом. Процессы получения ферросилиция происходят в электропечах. На данном предприятии используется два вида таких печей – это открытые (1 цех) и закрытые (2 и 3 цеха).

Закрытые печи позволяют производить очистку газов, получаемых в процессе плавления ферросилиция, перед выбросом их в атмосферу.

Температура в плавильных печах может достигать 500 - 800 °С, поэтому для обеспечения их устойчивой работы, необходимо интенсивное охлаждение.

Система охлаждения на печах цеха № 1 является закрытой. Концы сливных водопроводных трубок находятся в остекленном коробе, что предотвращает попадание в оборотную систему охлаждения взвешенных веществ и позволяет осуществлять визуальный контроль за потоком воды. На печах цехов № 2 и 3 охладительное водоснабжение осуществляется по открытой коллекторной системе. Количество охлаждаемых элементов оборудования зависит от конструкции печи и составляет 75-80 единиц. Расход воды зависит от конструктивных особенностей и срока эксплуатации печи и колеблется от 240 до 400 м³/ч.

На заводе «Кузнецкие ферросплавы» используется открытая (цехи № 2 и 3) и закрытая (цех № 1 и частично цех № 2) оборотные системы охлаждения.

Открытая система оборотного водоснабжения охлаждения печей включает в себя:

- брызгальный бассейн в составе 6 секций, общей площадью 3380 м² и объемом 5070 м³;

- насосную станцию оборотного водоснабжения с двумя группами насосов: нагретой и охлажденной воды, марки Д1250 – 63, Q = 1250 м³/ч, Н =

40 м.вод.ст. (3 рабочих, 2 резервных, в каждой группе) и приемными резервуарами объемом 98,5 м³ нагретой воды и 93 м³ охлажденной;

- систему напорных и самотечных трубопроводов охлажденной и нагретой воды.

Максимальная производительность открытой оборотной системы 3960 м³/ч., величина добавочной воды ~50-60 м³/ч.

Охлаждение воды в открытой системе основано на контакте воды с воздухом. Площадь контакта воды с воздухом, создается за счет разбрызгивания её через форсунки распределительной системы брызгального бассейна. Вследствие тесного контакта воздуха с каплями воды, происходит достаточно эффективное ее охлаждение – 50 - 65° С на входе и 20 - 30° С на выходе.

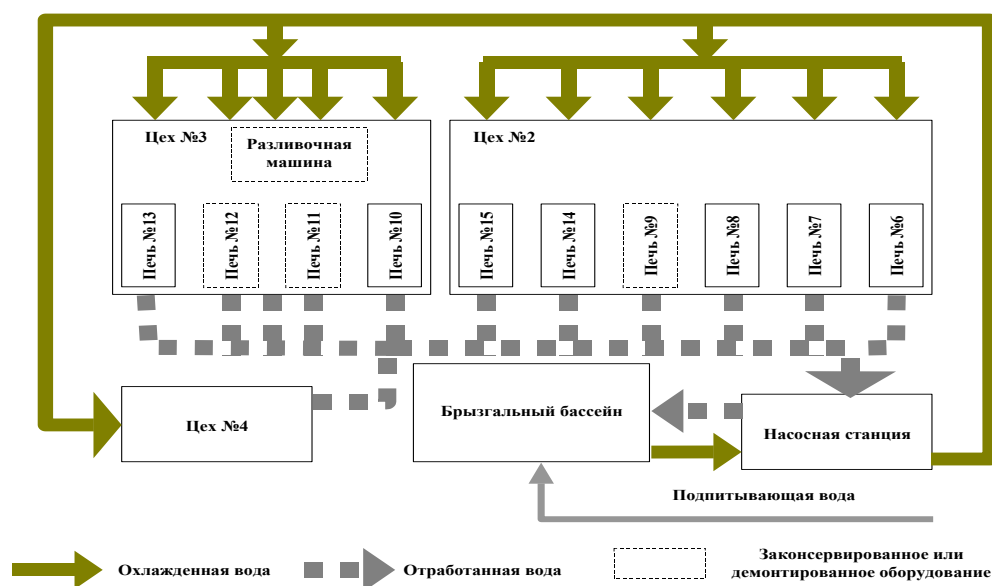


Рисунок 1 – Схема открытой системы охлаждения

Недостатками открытой системы охлаждения являются:

- загрязнение оборотной воды, за счет перехода пыли из окружающего воздуха при её охлаждении разбрызгиванием;

- биологическое загрязнение оборотной воды, вследствие развития в летнее время органической массы;

- значительные потери на каплеунос, что требует значительного расхода добавочной воды.

Для устранения этих недостатков применяют следующее:

- применение неполнопоточных фильтров с насадками из капроновой пряжи или кокса, что позволяет задерживать до 85% взвешенных веществ из оборотной воды, подаваемой на охлаждение;

- обработка воды в летнее время медным купоросом с обеспечением концентрации ионов $Cu=0,1 - 0,3$ мг·эquiv/л, или хлорной известью с обеспечением концентрации ионов $Cl=1 - 2$ мг·эquiv/л, что предотвращает биообрастание;

- декарбонизация воды (преимущественно в зимнее время) добавками фосфатсолей из расчета концентрации ионов $PO_4^{-3}=1 - 2$ мг/л, для устранения

ние карбонатных отложений;

Закрытая оборотная система охлаждения (цех № 1), состоит из:

- приемного резервуара нагретой воды объемом 200 м³;
- 3-х насосов марки 1Д 1250-63, Q = 1250 м³/ч каждый, H = 60 м.вод.ст;
- 11 аппаратов воздушного охлаждения;
- системы трубопроводов с запорной арматурой.

Аппарат воздушного охлаждения состоит из 6 трубчатых секций прямоугольной конфигурации, составленных из поперечно оребренных биметаллических трубок (латунь-алюминий), через которые проходит охлаждаемая вода. Подача на трубки воздуха осуществляется от нижерасположенного вентилятора. Регулировка количества, интенсивности подаваемого на обдувку воздуха, выполняется путем изменения положения жалюзей, расположенных над трубчатыми секциями теплообменных аппаратов. Аппараты охлаждения, имеют поверхность теплообмена 5650 м².

Достоинствами закрытой оборотной системы охлаждения является отсутствие загрязнения оборотной воды взвешенными веществами и биологической массой, меньшая карбонатная жесткость. Закрытая система имеет меньшие потери воды и меньшие расходы добавочной воды.

Загрязненные сточные воды цехов № 1, 2, 3, очистных сооружений газоочистки содержащие в своём составе взвешенные вещества, до 2500 мг/л, перед повторным использованием подвергаются очистке в шламонакопителе (рисунок 2).

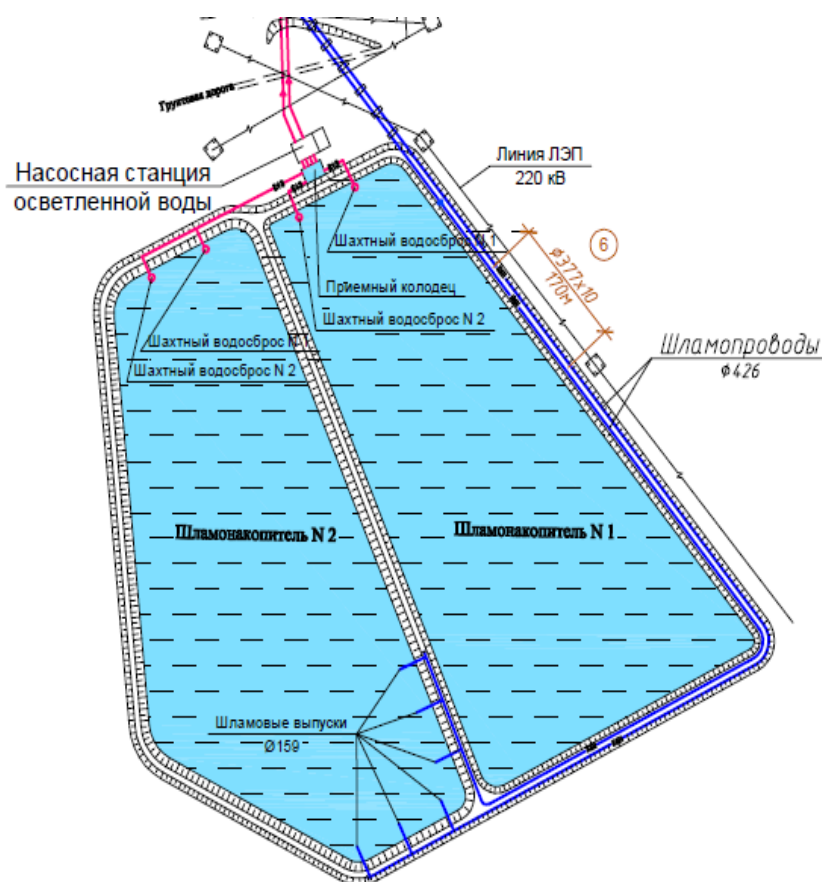


Рисунок 2 - Сооружения грязного оборотного цикла

Система грязного оборотного цикла состоит из:

- насосной станции шламоудаления;
- насосной станции осветленной воды;
- двух шламопроводов;
- двух трубопроводов осветленной воды;
- шламонакопителя площадью $S = 120000 \text{ м}^2$, объемом $V = 600 \text{ тыс. м}^3$.

Сточные воды очистных сооружений газоочистки, по самотечным шламопроводам поступают в приемный резервуар шламовой насосной. В шламовой насосной станции установлено 4 грунтовых насоса (2 рабочих, 2 резервных) марки ГРТ, $Q = 740 \text{ м}^3/\text{ч}$. Стоки подаются в одну из двух ниток шламопровода (вторая резервная). Длина шламопроводов 2,5 км.

Шламонакопитель расположен на расстоянии 1,5 км к юго-востоку от площадки предприятия. Он образован ограждающей дамбой. Шламонакопитель представлен двумя секциями. Первая секция емкостью 350 тыс.м³ заполнена до проектной отметки и в настоящее время не эксплуатируется. Вторая секция имеет емкость 600 тыс.м³. В состав сооружений шламонакопителя входят: дамбы обвалования, водосбросные колодцы, коллекторы осветленной воды, дренажная система, распределительные трубопроводы. Сточная вода от газоочисток по шламопроводам и рассредоточенным впускам подается в отстойную зону шламонакопителя. Здесь происходит её осветление за счёт гравитационного отстаивания и охлаждения.

Осветленная вода из шламонакопителя через водосбросные колодцы поступает в приемный резервуар насосной станции осветленной воды, где установлено 2 насоса 1Д200-90 и 2 насоса 1Д630-90. Из насосной станции вода по водоводам вновь подается на газоочистки предприятия.

Для восполнения потерь на испарение, фильтрацию и капельный унос в оборотных системах охлаждения печей и грязного цикла, используется «свежая» техническая вода из коллектора ОАО "Новокузнецкий алюминиевый завод", который проходит транзитом через территорию предприятия. Суточная потребность в технической воде составляет около 2400 м³.

Таким образом, производственное водоснабжение завода «Кузнецкие ферросплавы» позволяет рационально использовать и экономить «свежую» воду водоисточника и исключить сброс загрязненных стоков в него.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОСВЕТИТЕЛЕЙ СО СЛОЕМ ВЗВЕШЕННОГО ОСАДКА

Печенкина М.В.

Научный руководители: доцент Ланге Л.Р., доцент Ворон Л.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены методы интенсификации работы осветлителей со слоем взвешенного осадка, основанные на тонкослойном осаждении и рециркуляции осадка.

Ключевые слова: осветлитель со слоем взвешенного осадка, тонкослойный модуль, рециркулятор, полиэтиленовая пленка, хлопьеобразование.

В Кемеровской области почти на многих водопроводных очистных сооружениях в качестве первой ступени используются горизонтальные отстойники с камерами хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка, или осветлители со слоем взвешенного осадка, нормальная работа которых возможна при очистке вод средней мутности, т.е. при количестве взвеси более 50 мг/дм^3 . Однако период с мутностью более 50 мг/дм^3 составляет для Новокузнецка 15-20 дней, а для Междуреченска таких дней не более 10 [1].

Необходимость модернизации этих сооружений вызваны тем, что их производительность и качество осветленной воды не удовлетворяют современным требованиям водоподготовки.

Неустойчивый турбулентный режим осаждения, невысокий коэффициент объемного использования, низкая эффективность камеры хлопьеобразования являются основными причинами неудовлетворительной работы всех отстойных сооружений, построенных по типовым проектам. Указанные недостатки и, как следствие, плохое качество осветленной воды создают серьезные трудности в работе фильтров, увеличивая расходы воды на их промывку. Одним из методов модернизации является использование тонкослойных элементов.

В зоне осаждения устанавливаются тонкослойные отстойные модули, обеспечивающие устойчивый, близкий к ламинарному, режим осаждения в слоях небольшой высоты (5-10 см). Применяемые в настоящее время на ряде объектов тонкослойные модули изготавливаются в виде ячеек или полок из жестких полимерных материалов, имеют значительную массу, создают трудности при транспортировке, хранении и монтаже и, что самое главное, при эксплуатации. Жесткость конструкции и шероховатость поверхности полимеров, из которых изготавливаются отечественные модули, повышают адгезию образующегося осадка к поверхности материала, что в свою очередь затрудняет его сползание в наклонных элементах тонкослойной системы.

Разработанная современная конструкция тонкослойных отстойных блоков, свариваемых из полиэтиленовой пленки толщиной 250-300 мкм пищевой рецептуры методом экструдированной присадки, лишена этих недостатков и отвечает требованиям транспортабельности, прочности, долговечности, простоты монтажа и демонтажа, имеет небольшую массу. Существенным достоинством блоков из полиэтиленовой пленки, по сравнению с самонесущими отечественными блоками из жестких материалов, является более низкий коэффициент трения, а также наличие микроколебаний поверхности тонкослойных элементов, обеспечивающих постоянное сползание ранее выпавшего осадка и отсутствие его накопления в объеме каждой ячейки.

Последовательность соединения пленки в сотовую конструкцию обеспечивает ее пространственную устойчивость и прочность. Сотоблок можно растягивать на рамы из уголков только по периметру, так как экструдированная присадка (расплавленный пруток толщиной 1-2 мм) создает внутренний жесткий каркас. Масса 1 м³ (по площади зеркала воды и по высоте) сотоблока, растянутого на рамы из уголков 25*25*4 мм или 32*32*3 мм, не превышает 20-25 кг, что является важным условием для оснащения осветлителей и отстойников тонкослойными блоками, учитывая их достаточно большое количество в объеме каждого сооружения.

Тонкослойные сотоблоки устанавливаются в зонах взвешенного осадка осветлителей ниже шламоотводящих окон или труб. Тонкослойные сотоблоки, установленные в осветлителях со слоем взвешенного осадка, создают небольшое (2-5 см) сопротивление восходящему движению исходной воды, повышая тем самым равномерность ее распределения и увеличивая коэффициент объемного использования сооружений и, соответственно, время проведения в них процессов хлопьеобразования.

Срок эксплуатации сотоблоков зависит только от качества изготовления металлических рам и шпилек для их растяжения, которые должны быть тщательно защищены антикоррозионным покрытием или изготовлены из нержавеющей стали. Гарантийный срок службы полиэтиленовой пленки, находящейся в водной среде и защищенной от разрушающего действия ультрафиолетовых лучей, составляет не менее 15-20 лет.

При осветлении маломутных цветных вод, характеризующихся низкой щелочностью и особой сложностью образования способных к осаждению хлопьев также может быть использована рециркуляция осадка. На трубах, распределяющих исходную воду по площади осветлителей, устанавливаются низконапорные, низкоскоростные рециркуляторы [2]. Они в дополнение к сотоблокам также способствуют повышению эффективности процессов хлопьеобразования и, соответственно, концентрации слоя взвешенного осадка. Рециркуляторы устанавливаются направляющим соплом вниз с целью возврата в исходную воду свежевыпавшего осадка, который увеличивает содержание адгезионно-активных взвешенных веществ.

Использование современных высокоэффективных методов тонкослой-

но-рециркуляционного хлопьеобразования, тонкослойного осаждения при реконструкции первой ступени водоочистных сооружений Кемеровской области, обеспечит высокое качество очистки воды на протяжении всех сезонов года и невысокие расходы воды на собственные нужды.

Библиографический список

1. Ланге Л.Р. Оптимизация работы водопроводных отстойных сооружений / Л.Р. Ланге, Б.М. Гохман// В кн. Сб. трудов X междунар. науч.-практ. конф: Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность.- Кемерово: СибГИУ, ОАО «КемВод», КВК «Экспо-Сибирь», 2007.- С. 34-35.

2. Ланге Л.Р. К вопросу применения горизонтальных отстойников в технологии очистки воды/ Л.Р. Ланге, Д.Хахалев, Б.М. Гохман// В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения.- Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008.- С. 176-178.

УДК 624.012.45

ВЛИЯНИЕ ГРУНТОВ ОСНОВАНИЯ НА РАБОТУ КАРКАСА

Щербенкова В.В.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Пахмурин О.Р.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, e-mail: vika-tomsk@mail.ru*

Не все проектные организации прибегают к расчетам совместной работы грунта основания и каркаса здания, что во многих случаях приводит к потере несущей способности элемента каркаса или самого здания в целом. Данная работа посвящена проблеме проектирования и строительства зданий и сооружений без учета влияния совместной работы грунта основания и каркаса здания.

Ключевые слова: каркас, грунт, деформации, несущая способность, осадки основания.

Высокие темпы строительства нашего времени, с их тенденциями повышения нагрузок, которые действуют на основании, и необходимой для наших дней потребностью освоения подземного пространства – существенным образом отличаются от минувших столетий по степени влияния на грунты основания и городскую застройку в целом. Отличительной чертой последнего десятилетия является концентрация строительной деятельности непосредственно в зоне уже сложившейся городской застройки. Кроме того интенсивно застраиваются пустыри и близлежащие земельные участки, располагающиеся в пределах городской черты.

Был проведен анализ причин развития деформаций существующих зданий, который показал, что почти в 58-60% случаев деформации обуслов-

лены техногенными факторами, которые связаны с ошибками при изысканиях, проектировании и строительстве примыкающих объектов.

Уже давно подсчитано, что дешевле и проще обеспечить реальную безосадочность зданий, чем постоянно тратить деньги на косметические ремонты, восстановление отделки от повреждений, вызванных неравномерными осадками основания. Если застройщик хочет в итоге строительства получить комфортабельное жилье, офис или торговый центр, то должны быть запроектированы «адекватные» фундаменты. Это относится и к аспекту влияния строящегося здания на окружающую застройку, и к собственно объекту строительства [1].

Что же касается моделей оснований, отвечающих современному уровню развития механики грунтов - до последнего времени они применялись, в лучшем случае, исключительно для расчета оснований, без учета фактической жесткости надземных конструкций.

Совместный расчет основания и здания на столбчатых, ленточных фундаментах на естественном основании и на сваях до сих пор остается задачей, решаемой лишь для отдельных уникальных объектов.

Таким образом, можно прийти к выводу, что требования действующих норм о совместном учете работы основания и здания не выполняется на практике.

Как мы уже говорили, далеко не все проектные организации прибегают к расчетам совместной работы грунта основания и каркаса здания, что во многих случаях приводит к потере несущей способности элемента каркаса или самого здания в целом.

Одной из целей дипломного проектирования было - произвести расчет пространственного каркаса здания ОАО «Издательство «Красное знамя», по пр. Фрунзе, 103 в г. Томске. Нагрузка, передаваемая от грунта на каркас здания, не учитывалась. Расчет был выполнен в проектно-вычислительном комплексе «SCAD».

В результате статического расчета пространственного каркаса получено распределение усилий в элементах и перемещения узлов пространственной рамы от различных видов и схем невыгодного приложения временной нагрузки. Согласно требованиям нормативных документов были составлены неблагоприятные сочетания внутренних усилий в расчетных сечениях конструкций. При невыгодных сочетаниях расчетных усилий при фактических прочностных характеристиках материалов выполнена проверка несущей способности колонн, ригелей и плит перекрытия [2]. В результате расчета мы пришли к выводу, что новое оборудование (инвентарный металлический бассейн) может быть установлено на проектируемой отметке после усиления плит и ригелей, расположенных на участке его размещения.

В рамках магистерской работы мы решили проверить другой вопрос - какое влияние оказывает совместная работа грунта основания с фундаментами на работу каркаса. Для этого была составлена расчетная схема для совместного расчета здания и основания в программе "FEM models". Для моде-

лирования надземных конструкций использовались стандартные пространственные стержневые конечные элементы с 6 степенями свободы в узле (для каркаса здания), а также плоские оболочечные элементы, сочетающие плоское напряженное состояние в плоскости элемента и изгиб из плоскости (для диафрагм жесткости и перекрытий).

Расчеты производились в 2 этапа: на первом этапе моделировалось напряженное состояние от собственного веса грунта, на втором шаге моделировались деформации от нагружения основания и конструкций фундаментов весом надземных конструкций. В итоге расчета мы получили следующие результаты:

1. Наибольшие осадки получают пролеты, в которых предполагается установить инвентарный бассейн. Влиянием веса данной конструкции объясняется увеличение осадок здания в области, прилегающей к предполагаемому месту размещения бассейна. Однако неравномерность осадок самого здания не превышает допустимых значений.

2. В случае корректного выполнения усиления железобетонных плит и ригелей на участке размещения бассейна, а также усиления свайного фундамента, как показывают расчеты, осадки не превышает допустимых значений.

3. Крен крайнего пролета или же его обрушение, можно получить в расчете только при учете частичного или полного "зависания" конструкций на не усиленном свайном фундаменте здания.

4. Моделирование усиления фундаментов пролета с помощью железобетонной обоймы показало, что такое усиление позволит избежать дальнейшего развития неравномерных осадок. При условии, что такое усиление было бы выполнено в самом начале процесса развития неравномерных деформаций, оно позволило бы избежать недопустимого крена пролета. В настоящее время такое усиление может снять опасность развития зон предельного состояния в основании, а следовательно предотвратить дальнейшее развитие незатухающих деформаций. В итоге проделанной работы мы можем сделать следующий вывод: для предотвращения опасности обрушения элементов здания или здания в целом, необходимо выполнять расчет совместной работы каркаса здания с грунтами основания.

Библиографический список

1. Шашкин А.Г. Взаимодействие здания и основания: методика расчета и практическое применение при проектировании/ А.Г.Шашкин, К.Г.Шашкин // СПб., НПФ "Геореконструкция", 2000.- 200 с.

2. Щербенкова В.В. Обследование производственного корпуса ОАО «Издательство «Красное знамя»» по пр. Фрунзе,103 в связи с предстоящей реконструкцией/ Материалы 60-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых [Электрон.текстовые дан.].- Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014.- с. 52-54

3. СП 13-102–2003. Свод правил. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений/ Госстрой России.- М.: ГУП ЦПП, 2003.- 40 с.

IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

УДК 004.422.81

К РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ В АСУТП ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛИ

Гудков М.Ю.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: 22goodkoff@gmail.com*

В докладе рассматривается система управления инцидентами в автоматизированных системах управления технологическими процессами теплоэлектроцентрали, представлены изменения в существующей структуре АСУТП ТЭЦ и схема процесса устранения инцидентов.

Ключевые слова: инцидент, автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП), теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), тренд, ИТ-процесс, система «человек-машина», база знаний, база данных (БД), карта уставок.

Основная цель управления инцидентами в автоматизированных системах управления технологическими процессами (АСУТП) теплоэлектроцентрали состоит в оперативном восстановлении работоспособности комплекса программно-технических средств автоматизации и систем диспетчерского управления и сбора данных (SCADA), которые в свою очередь обеспечивают бесперебойную и безаварийную работу технологического оборудования (котельных агрегатов, турбогенераторов, редуционно-охладительных установок и т.д.).

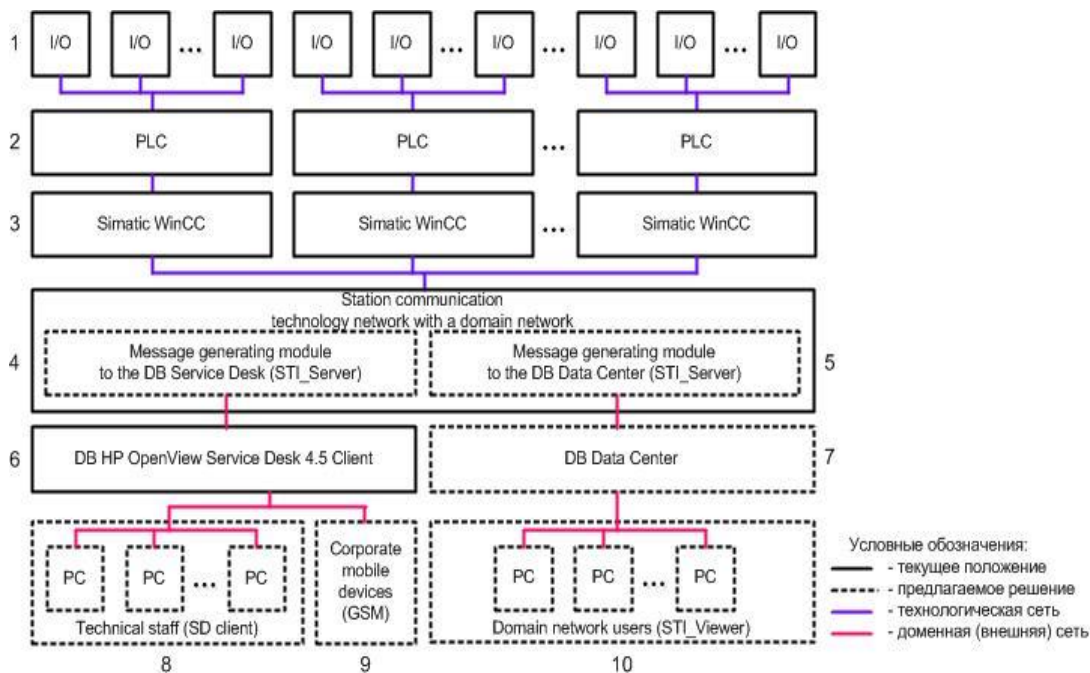
Как показывает практика обслуживания АСУТП, в настоящее время основными причинами, влияющими на качество и надежность их работы, являются человеческий фактор (при передаче информации об инциденте), низкая оперативность реакции персонала на инцидент вследствие несвоевременного предоставления информации.

Многие инциденты повторяются, что указывает на наличие некоторой проблемы. Сталкиваясь с ними периодически, можно обобщить накопленный опыт, осуществив классификацию инцидентов и построив стандартные процедуры для обработки инцидентов отдельных классов. Процесс обработки инцидента представляет собой упорядоченную последовательность действий (шагов), которые должны быть выполнены для данного типа инцидента. При таком подходе инциденты устраняются предопределенным (стандартным) образом и в предопределенное время [1].

Процесс устранения инцидента, в частности, включает:

- действия (шаги), которые нужно выполнить при обработке обнаруженного инцидента;
- правила, определяющие порядок выполнения шагов и порядок взаимодействия (специальные интерфейсы) со смежными ИТ-процессами;
- распределение ответственности за выполнение шагов (кто и за что отвечает);
- временные ограничения на выполнение отдельных шагов и пороговые значения параметров для завершения/определения отдельных действий;
- процедуры эскалации (передачи работ по устранению инцидента на более высокий уровень иерархии в службе эксплуатации);
- защитные меры, в особенности, относящиеся к инцидентам, связанным с безопасностью и мощностью [1].

Целью работы является разработка и внедрение системы управления инцидентами в действующую АСУТП. Архитектура предлагаемого решения представлена на рисунке 1.



- 1 - контрольно - измерительные приборы и автоматика; 2 - программируемый логический контроллер; 3 – SCADA-система; 4 - модуль генерации сообщений в базу данных (БД) Service Desk; 5 - модуль генерации сообщений в базу данных центра обработки данных; 6 - БД Service Desk; 7 - БД центра обработки данных; 8 - рабочие станции инженеров по обслуживанию АСУТП с программным модулем SD client; 9 - средство корпоративной мобильной связи инженеров по обслуживанию АСУТП (GSM-телефон); 10 - пользователи доменной сети (мастера, главные специалисты, начальники цехов, главный инженер, директор)

Рисунок 1 - Изменения в действующей структуре АСУТП ТЭЦ

Информация об инцидентах поступает в службу SD (service desk) от пользователей, от процесса управления событиями или специальных инструментов процесса управления инцидентами. Инциденты также могут быть выявлены и зарегистрированы техническим персоналом (например, когда последний обнаруживает некорректную работу аппаратного, сетевого или иного оборудования, он сообщает об инциденте - направляет сообщение в службу SD). Устранение инцидента (рисунок 2) предусматривает следующие основные этапы:

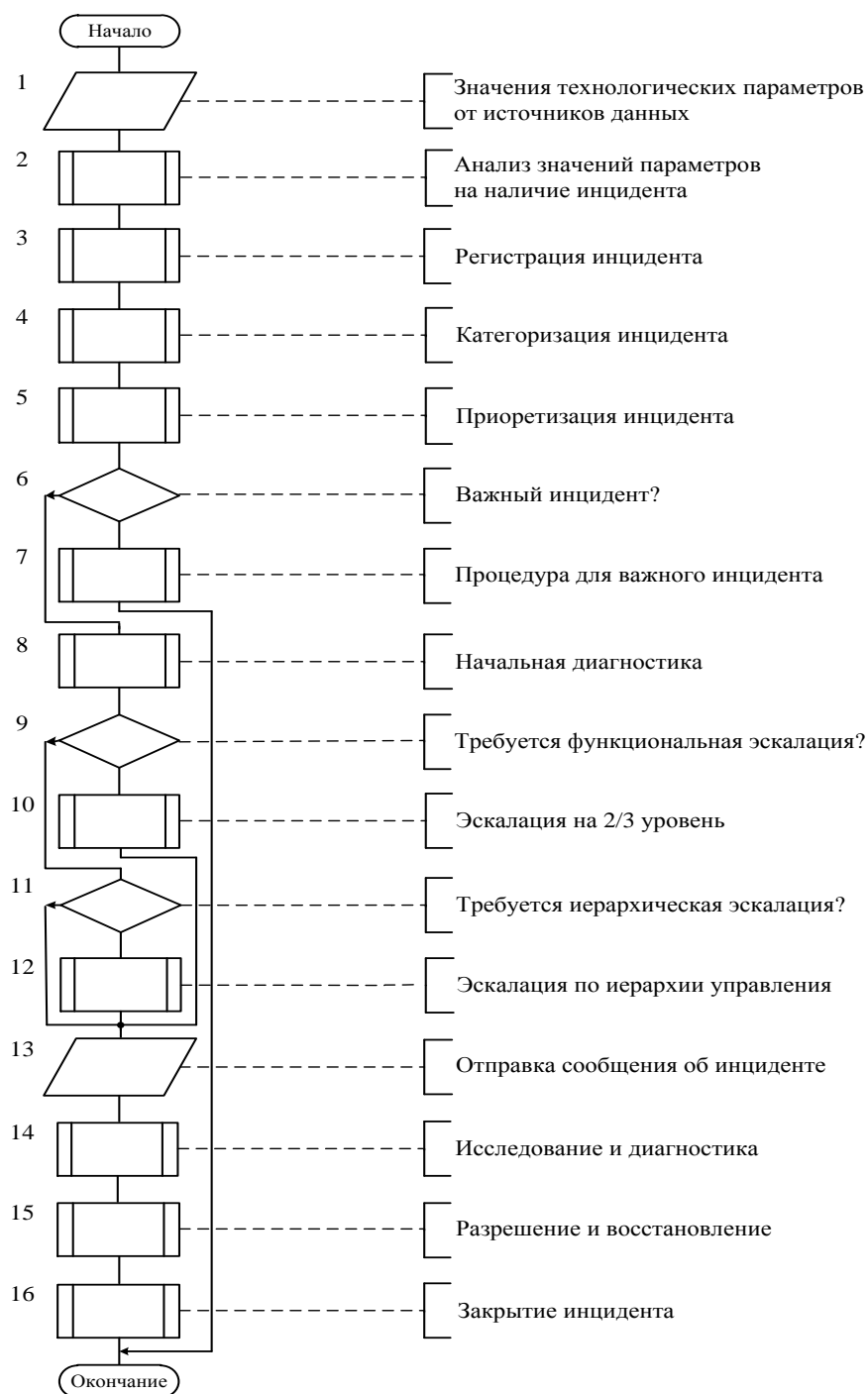


Рисунок 2 – Схема процесса устранения инцидентов

1) Получение значений технологических параметров от источников данных. На станции связи (ПК расположенном в серверном помещении) осуществляется сбор данных с технологических объектов. При этом источниками данных (тэгов) являются установленные SCADA для решения задач системой «человек-машина» (WinCC v6.0 и выше), в качестве системной базы которых используется MS SQL Server [2]. Сбор данных осуществляется с помощью модуля (Message generating module to the DB Data Center), входящего в разработанную программу STI_Server (рисунок 2, позиция 5).

2) Анализ значений параметров на наличие инцидента. Данный этап выполняется с помощью следующих функций:

- Контроль выхода параметра за пределы пороговых значений и оценка отклонения параметра от пороговых значений, установленных правилами технической эксплуатации технологического оборудования, производственно-техническими и технологическими инструкциями, картой уставок параметров, защит и блокировок.

- Контроль превышения скорости изменения параметра.

- Анализ и фильтрация шумов, выбросов.

3) Регистрация инцидента (блок 2). Все инциденты должны быть зарегистрированы с возможно полной информацией о дате, времени, обстоятельствах, безотносительно к тому, как появились сообщения о них - через службу SD, телефон, e-mail, интранет или как результат работы средств автоматического обнаружения.

Хранилищем данных, в том числе, сообщений об инцидентах для STI_Server является СУБД MS SQL Server, в базе данных, которой содержатся следующие объекты (храняемые процедуры и таблицы), требуемые для работы:

- таблица ConfSS, содержащая список подсистем и их настройки;

- таблица TablesName, содержащая список таблиц подсистем;

- процедура STI_GET_DATA, осуществляющая получение данных для отображения, запускается в STI_Viewer пользователями доменной сети;

- процедура SAVE_Points, которая позволяет сохранять определенный набор точек тренда, запускается STI_Server ведущим инженером по обслуживанию систем АСУТП.

- процедура УДАЛЕНИЕ_СТАРЫХ_ДАННЫХ, которая осуществляет удаление данных ранее указанного интервала, запускается с помощью JOB SQL Server. Остальные процедуры и функции носят вспомогательный характер [2].

4) Категоризация (классификация) инцидента (блок 3). Часть начальной регистрационной информации используется для идентификации и кодирования категории инцидента. Последняя обычно связана с типом ИТ-актива, вызвавшего недоступность сервиса. Категория важна для определения направления эскалации и последующего формирования отчетов для выявления типов и частоты инцидентов с целью определения тенденций, анализ которых требуется для процессов обработки проблем, управления поставщиками и др.

5) Определение приоритета инцидента (блок 4). Приоритет определяется безотлагательностью (критичностью бизнес-процесса, использующего сервис) и областью воздействия инцидента (количеством пользователей, потерявшим доступ к сервису). В некоторых случаях потеря сервиса для единственного пользователя может иметь значимое последствие, например:

- опрос пользователя о предпринятых непосредственных действиях на их собственной рабочей станции и удаленном оборудовании;
- взаимодействие со службой SD по анализу предпринятых действий;
- взаимодействие с группами поддержки по действиям и оценкам ситуации;
- взаимодействие с внешними поставщиками.

6) Отправка сообщения об инциденте (блок 13). Программа STI_Server с помощью дополнительного модуля «Message generating module to the DB Service Desk» (рисунок 2, позиция 4) отправляет сообщения об инцидентах в «HP OpenView Service Desk 4.5» (рисунок 2, позиция 6) - комплексную систему для организации процесса сервисного обслуживания по заявкам в масштабах предприятия. В данной системе созданы группы пользователей (технических специалистов), которым адресуются соответствующие сообщения, например, персоналу группы пирометрии сообщения по температурам теплоносителей, поверхностям нагрева, среды и т.д.

Отправка сообщения об инциденте в центр обработки данных реализуется с помощью модуля «Message generating module to the DB Data Center» (рисунок 2, позиция 5).

Просмотр технологической информации с БД центра обработки данных в виде графиков и сообщений осуществляется пользователями доменной сети посредством клиентской части программы STI_Viewer (рисунок 2, позиция 10).

7) Закрытие инцидента (блок 16). Служба SD обязана проверить, что инцидент полностью разрешен, что пользователи удовлетворены и согласны закрыть инцидент. При этом она должна выполнить следующие действия:

- проверить категорию закрытого инцидента и убедиться, что присвоенная начальная категория инцидента корректна, или исправить категорию, согласовав ее с разрешающей инцидент группой;
- выполнить телефонный или e-mail-опрос удовлетворенности пользователей;
- документировать инцидент, при этом возможно полно отразить информацию об инциденте в системах учета и базе знаний;
- определить, связан ли инцидент с новой или известной «проблемой».

Если инцидент может повториться, необходимо рассмотреть возможные превентивные действия (например, сделать запись о «проблеме», чтобы инициировать необходимые действия).

Итоги реализации и внедрения системы управления инцидентами применительно к Западно-Сибирской ТЭЦ - филиалу ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» про-

явились в следующем:

- увеличилась оперативность реакции персонала цехов на инцидент;
- статистический анализ по типам инцидентов способствует разработке корректирующих мероприятий; снизилась вероятность хищения технических средств автоматизации, в том числе коммутационных материалов;
- появилась возможность разработки и дальнейшего расширения базы знаний по идентификации инцидентов, сигнатурам девиации параметров подсистемы для заблаговременного предупреждения инцидента и выбора способа его устранения.

Библиографический список

1. Основы управления жизненным циклом сервисов систем информатики и автоматизации (лучшие практики ITIL): учеб. пособие / В. В. Зимин, А. А. Ивушкин, С. М. Кулаков, К. А. Ивушкин.- Кемерово: Кузбассвуиздат, 2013.- 500 с.
2. Microsoft SQL Server 2012. Создание запросов. Учебный курс Microsoft: учеб. пособие / И. Бен-Ган, Д. Сарка, Р. Талмейдж.- М.: Издательство «Русская редакция», 2014.- 720 с.: ил. + CD-ROM.

УДК 62-681

МОДЕЛЬ И ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РАСЧЕТА ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ В СЕКЦИЯХ КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА

Спесивцев Н.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Оленников А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: oaa@circul-m.ru*

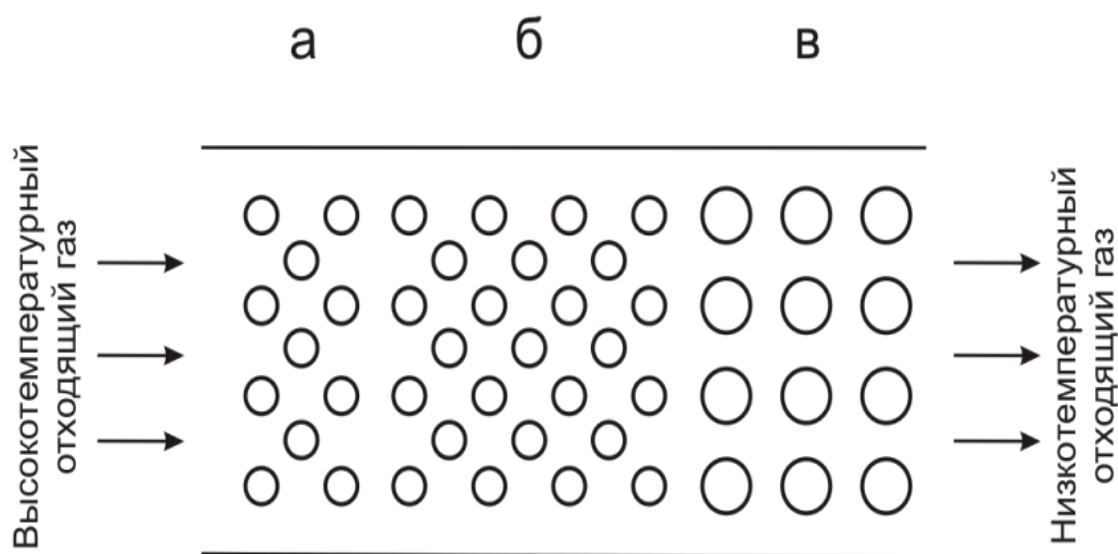
В статье представлен фрагмент модели для расчета потерь давления в секциях котла-утилизатора, который работает на высокотемпературном отходящем газе любого технологического процесса в промышленности.

Ключевые слова: Котел-утилизатор, отходящий газ, секции теплообменников, пароперегреватель, испарительные секции, водяной экономайзер, математическая модель.

Технологические установки различных производств, таких как нефтепереработка, металлургия, газовая промышленность и т.д., вырабатывают существенное количество тепловой энергии. При этом одна часть энергии расходуется на технологический процесс, другая часть теряется с отходящим газом. Для рационального использования тепловой энергии отходящих газов чаще всего применяются котлы-утилизаторы, при помощи которых осуществляется процесс передачи тепловой энергии отходящих газов ко вторичной среде (воде). Продуктом котлов-утилизаторов является товарная вода

с температурой порядка 120-140 °С используемая, например, для отопления промышленного здания или высококалорийный пар для вращения турбины и выработки электрической энергии.

Конструктивно котлы-утилизаторы могут быть горизонтального или вертикального расположения и состоять из блоков теплообменников (пароперегреватель, испарительные секции, водяной экономайзер), которые устанавливаются последовательно по ходу движения газов. Секции теплообменников представляют собой набор жаростойких труб расположенные в коридорном или шахматном исполнении и объединены двумя коллекторами (рисунок 1).



а - пароперегреватель, б - испарительные секции, в - водяной экономайзер

Рисунок 1 – Продольный разрез котла-утилизатора горизонтального типа

Каждая секция котла-утилизатора создает сопротивление для прохода отходящего газа, прежде всего это зависит от типа расположения труб, их оребренности для эффективного теплоусвоения, а также от характера движения газов [1]. Для определения потерь давления на рисунке 2 представлен фрагмент математической модели в виде блок-схемы.

Входными параметрами модели являются температура отходящего газа T , его располагаемое давление P , скорость движения газа на входе в котел w , кинематическая вязкость газа ν , диаметры труб каждой секции d . В зависимости от режима движения отходящего газа, которое характеризуется числом Рейнольдса Re . По формуле Дарси определяют потери давления газа в каждой секции.

Таким образом, на основе модели представленной на рисунке 2 реализована программа в среде визуального программирования Delphi на языке Object Pascal. При разработке программы использованы подходы, описанные в работе [2]. Программа обладает удобным интерфейсом и соответствует современному уровню дизайна программных продуктов.

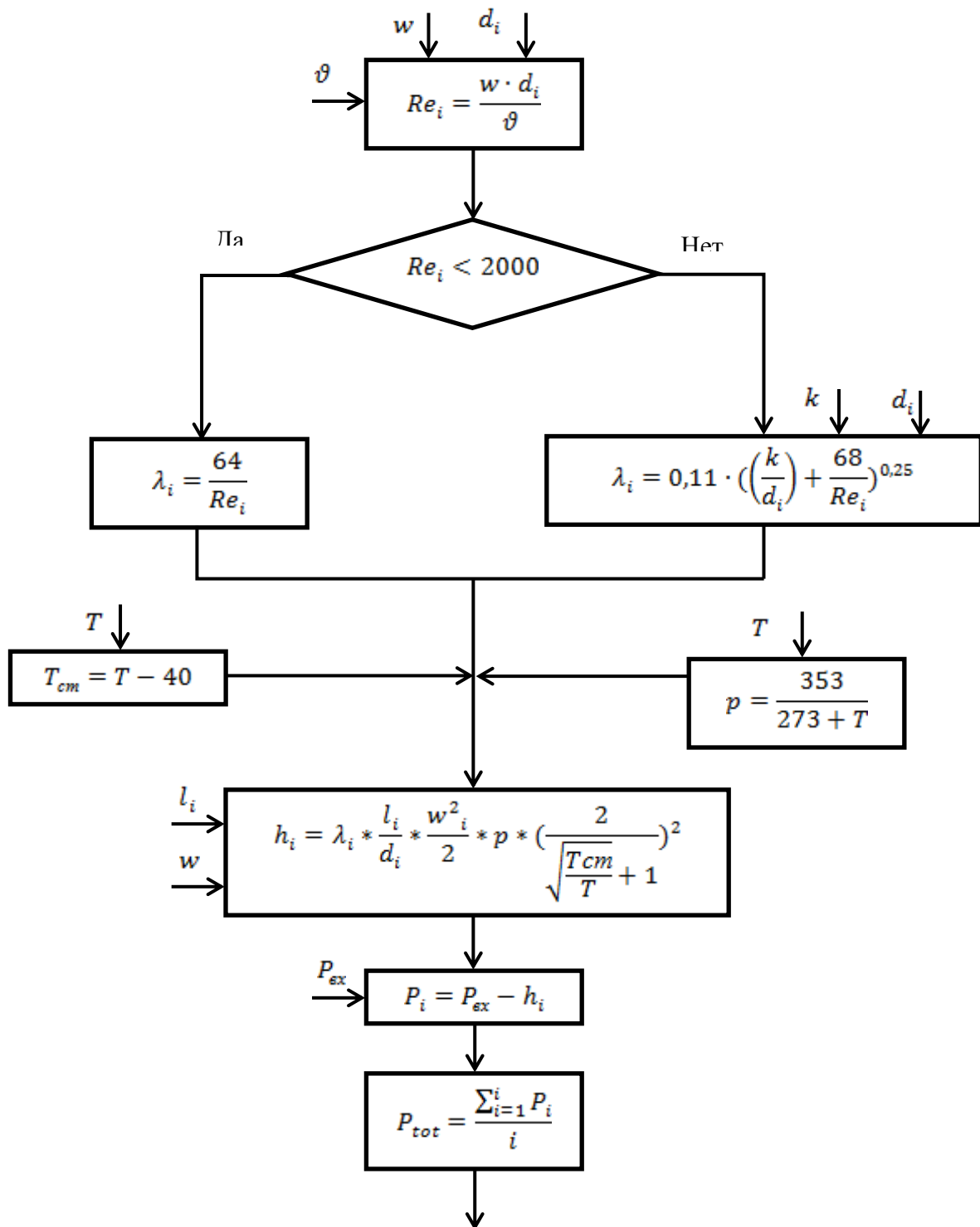


Рисунок 2 – Фрагмент математической модели для расчета потерь давления в котле-утилизаторе

Выходными данными программы являются численные значения потерь давления в каждой секции котла-утилизатора и построение графика зависимости потерь давления от числа Рейнольдса, который представлен на рисунке 3.

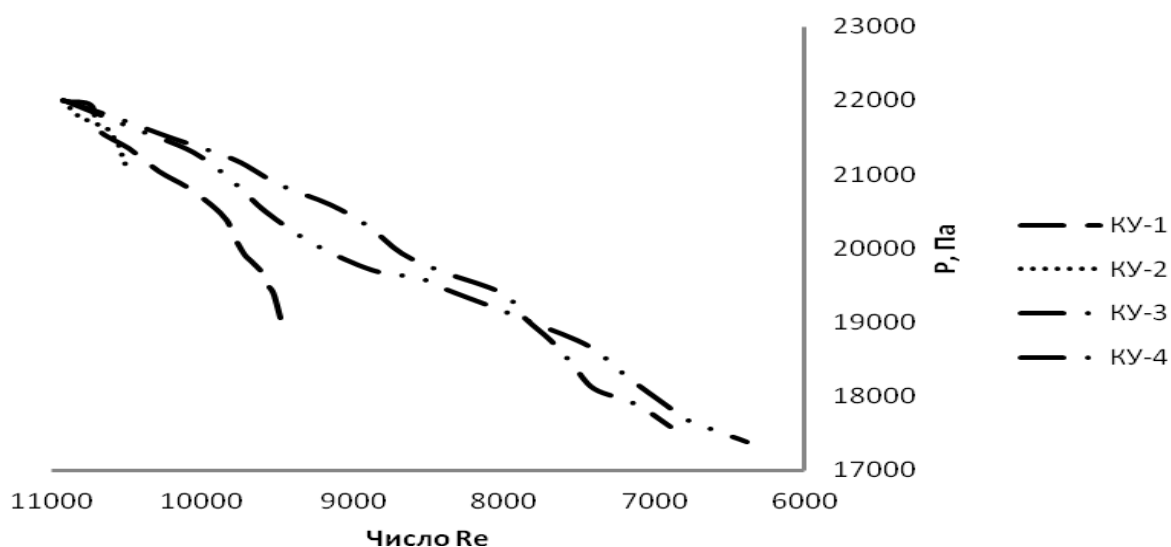


Рисунок 3 - График зависимости потерь давления от числа Re для разных котлов-утилизаторов (КУ)

Библиографический список

1. Оленников А.А., Цымбал В.П. Моделирование структур утилизации энергии отходящих газов металлургических агрегатов/ Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии труды 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Под редакцией С.П. Мочалова, В.П. Цымбала. Новокузнецк, 2011.- С. 281-287.
2. Оленников А.А., Оленников Е.А., Цымбал В.П. Комплекс для моделирования схемы утилизации вторичных энергоресурсов / Программные продукты и системы. 2009.- № 4.- С. 48.

УДК 004.6:340

О РАЗВИТИИ ПРАВОВЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН И РОССИИ

Барышева К.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Тараборина Е.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Данная статья посвящена развитию информационных технологий и автоматизации в мировом судопроизводстве, которое обеспечит информационное взаимодействие судебных органов различного уровня, а также оснастит судебные органы современными средствами автоматизированной обработки и передачи данных.

Ключевые слова: информатизация, автоматизация, программно-

информационные комплексы, судопроизводство, эффективность.

Осознавая целесообразность и перспективность использования возможностей, предоставляемых современным уровнем развития научно-технического прогресса, многие государства мира принимают меры по внедрению информационно-коммуникационных технологий в национальные судебные системы.

Влияние на информатизацию судебной деятельности в рамках Совета Европы (далее - СЕ) оказывает Рекомендация Rec (2001) 3 от 28 февраля 2001 г. Признавая, что «современные информационные технологии стали незаменимым средством эффективного управления в странах Европы, и в частности, в сфере осуществления правосудия», Комитет министров СЕ рекомендовал государствам-участникам обеспечить возможность взаимодействия с судами посредством новых технологий, что подразумевает возможность возбуждения дела и участия в разбирательстве с применением электронных средств, получения информации о ходе дела посредством доступа к информационной системе суда, получения результатов разбирательств в электронной форме, доступа к иной относящейся к делу и необходимой для эффективного отправления правосудия информации. При этом указывается, что опубликование наиболее значимых судебных решений должно осуществляться без промедления, доступ к ним - обеспечиваться круглосуточно. Для достижения поставленных целей странам рекомендовано обеспечивать обучение населения, в том числе судебного персонала, навыкам работы с современными технологиями, развивать средства защиты информации.

Одним из основных элементов реформы гражданского судопроизводства в Англии и Уэльсе, начавшейся в 1999 г., стало усиление «прозрачности» судебной системы [4, С. 52-53]. Согласно п. 1.11 программы 1998 г. «Модернизация правосудия. Планы правительства относительно реформирования судов и правовых служб» расширение доступа к информации о судопроизводстве является важной задачей преобразований. В течение последних десяти лет система органов правосудия Великобритании совершенствуется при помощи современных информационных технологий и средств автоматизации в рамках проекта «Enterprise Justice / Information Technology as a drive for renewal».

Возможности подачи искового заявления и направления извещений в электронном виде предусмотрены в Сингапуре, в суде штата Нуэво-Леон в Мексике, в судах Токио и Осака в Японии, Бельгии и Бразилии [3].

В мае 2003 г. Канадским судебным департаментом была проведена реформа «Открытый суд, электронный доступ к судебным актам и конфиденциальность». Одним из основных направлений которой явилась необходимость обеспечения открытости правосудия посредством предоставления электронного доступа к материалам дела. Досудебные совещания на сего-

дняшний день в Канаде могут проводиться посредством телеконференций.

В России в течение последних лет все чаще указывается на необходимость модернизации, совершенствования российского судопроизводства, обеспечения его потребностям современного уровня развития экономических отношений посредством автоматизации судебной деятельности. Большое внимание уделяется проблемам внедрения электронного документооборота, широкого использования преимуществ сети «Интернет» для обмена информацией между судом и иными участниками процесса. Действие Федерального закона Российской Федерации от 22 декабря 2008 г. N 262-ФЗ «Об обеспечении доступа к информации о деятельности судов в Российской Федерации» распространяется на отношения, связанные с обеспечением доступа к информации о деятельности судов [4, С. 143-144].

В федеральной целевой программе (далее - ФЦП) «Развитие судебной системы России» на 2002–2006 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 20 ноября 2001 г. № 805, были поставлены такие задачи, как формирование единого информационного пространства, реализация конституционных принципов самостоятельности судебной власти и независимости судей, обеспечения единства судебной системы Российской Федерации, повышения эффективности деятельности судов, а также реализации прав граждан и юридических лиц на судебную информацию.

В рамках выполнения ФЦП было предусмотрено создание Государственной автоматизированной системы Российской Федерации «Правосудие» (далее – ГАС «Правосудие») в интересах федеральных судов общей юрисдикции и системы Судебного департамента.

В начале 2004 г. Судебным департаментом при Верховном Суде Российской Федерации был проведен открытый конкурс по выбору головного исполнителя на создание ГАС «Правосудие». Победителем конкурса стало Федеральное государственное унитарное предприятие Научно-исследовательский институт «Восход» (далее - ФГУП НИИ «Восход») [2].

При создании ГАС «Правосудие» сохранена преемственность программно-информационных комплексов автоматизации деятельности должностных лиц судебных органов, действующего имущественного комплекса в судах общей юрисдикции и системе Судебного департамента, обеспечивается непрерывность его функционирования в повседневной деятельности.

В соответствии с ФЦП «Развитие судебной системы России» на 2007–2011 г., начиная с 2007 г. развернуты широкомасштабные работы по внедрению информационных, программных и технических решений ГАС «Правосудие» в судах общей юрисдикции и региональных органах Судебного департамента, поставке современного оборудования [1].

В процессе внедрения и дальнейшего развития ГАС «Правосудие» большое внимание уделяется созданию единого информационного пространства судебной системы РФ на основе:

- обеспечения информационного взаимодействия судебных органов различного уровня, а также различных программных продуктов, развернутых на объектах автоматизации;

- подключения объектов автоматизации к высокоскоростным каналам передачи данных;

- оснащения судебных органов современными средствами автоматизированной обработки и передачи данных.

Большое внимание уделяется процессам обучения пользователей работе с программными изделиями ГАС «Правосудие». При этом организованы следующие формы работы: дистанционное обучение, очное обучение, проведение семинаров, поставка на объекты автоматизации электронных учебных курсов.

Цель создания ГАС «Правосудие» - осуществить комплексную автоматизацию всех задач, стоящих перед судами общей юрисдикции, органами судейского сообщества, аппарата Судебного департамента и его управлениями (отделами) в субъектах Российской Федерации. Причем часть рутинных функций не только частично автоматизируется, но и полностью выполняется автоматически.

Дальнейшее развитие ГАС «Правосудие» должно обеспечить повышение эффективности деятельности всей судебной системы РФ, включая объекты районного уровня и мировую юстицию.

Библиографический список

1. Министерство экономического развития Российской Федерации. Минэкономразвития России. [Официальный сайт]. – Режим доступа: [<http://economy.gov.ru/minec/activity/sections/fcp/fcpdoc>].

2. Государственная автоматизированная система «Правосудие» Интернет-портал [Официальный сайт]. – Режим доступа: [<http://www.sudrf.ru>].

3. Медиатор. Внесудебные процедуры. Альтернативное урегулирование споров. Примирение сторон [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [[http:// http://mosmediator.narod.ru](http://http://mosmediator.narod.ru)].

4. Использование возможностей сети Интернет при разрешении гражданско-правовых споров: монография / С.Н.Миронова.- М.: Волтерс Клувер, 2010 - 256 с.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ УНИВЕРСИТЕТСКОГО КАМПУСА СибГИУ

Гончарова Н.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Грачев В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Статья посвящена изучению функционирующей инфокоммуникационной сети СибГИУ с выявлением ее достоинств и недостатков и поиску путей по ее улучшению. Проводится анализ существующего аппаратного обеспечения инфокоммуникационной сети СибГИУ, анализируются предоставляемые ею транспортные и информационные услуги. В качестве мероприятий по модернизации сети предлагаются: совершенствование аппаратной базы, модернизация каналов связи, улучшение качества предоставляемых услуг.

Ключевые слова: инфокоммуникационная сеть, транспортные услуги, информационные услуги, производительность, надежность, безопасность.

При проектировании, внедрении и эксплуатации современных корпоративных инфокоммуникационных сетей необходимо учитывать множество факторов, сетевых характеристик и особенностей организации [1, 2]. Инфокоммуникационная сеть Сибирского государственного индустриального университета (СибГИУ) тому не исключение. Это связано, главным образом, с многообразием задач, возлагаемых на инфокоммуникационную сеть университета и ее территориальной распределенностью. Университетский кампус СибГИУ охватывает два учебных корпуса, а также блок поточных аудиторий, переход между главным и металлургическим корпусами, лаборатории, досуговый центр, спорткомплекс, помещения столовой. Структура СибГИУ включает в себя одиннадцать институтов, в которые входят более тридцати кафедр, более пятнадцати различных служб и отделов для поддержания полноценного функционирования университета.

Существующая инфокоммуникационная сеть университетского кампуса СибГИУ, созданная более 10 лет назад, требует постоянного и непрерывного совершенствования сетевой инфраструктуры.

Целью данной научно-исследовательской работы является изучение функционирующей инфокоммуникационной сети СибГИУ с выявлением ее достоинств и недостатков и поиск путей по ее улучшению.

На первом этапе был проведен анализ существующего аппаратного обеспечения инфокоммуникационной сети СибГИУ. Установлено, что инфокоммуникационная сеть (рисунок 1) представлена современной информационно-телекоммуникационной инфраструктурой на базе управляемых коммутаторов и оптоволоконных каналов связи, включает в себя более 30 физических и более 10 виртуальных серверов. Парк персональных компьютеров

университета насчитывает более 2000 единиц, большая часть которых задействована в образовательной деятельности.

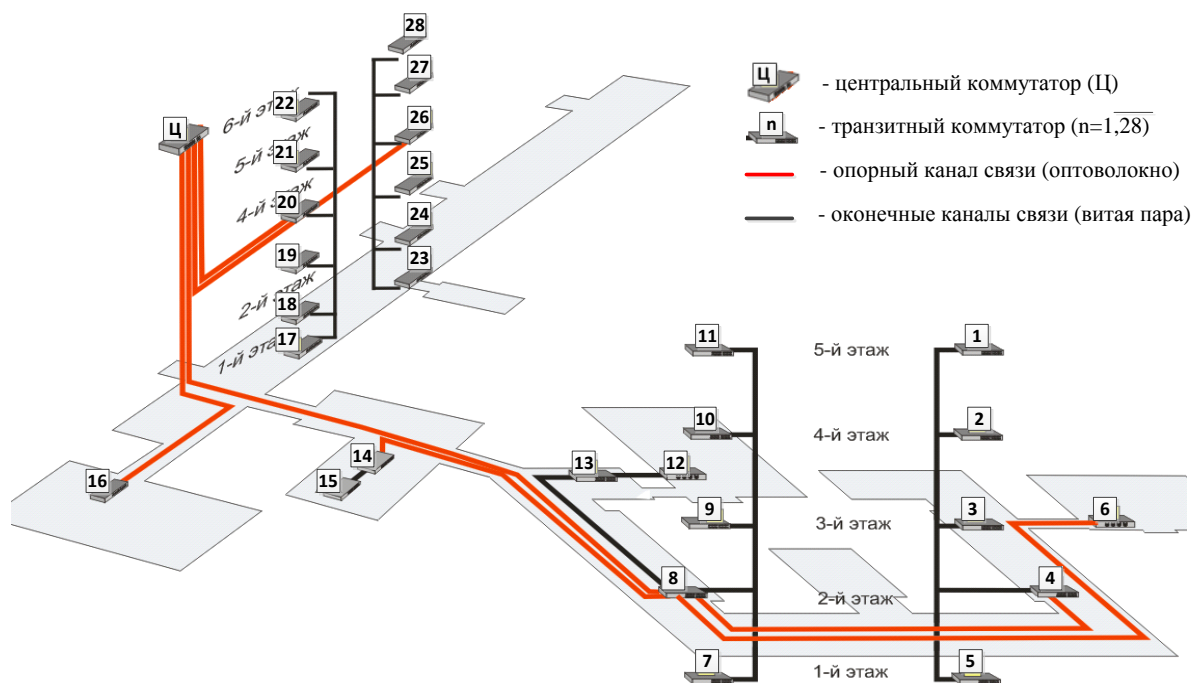


Рисунок 1 – Обобщенная структура инфокоммуникационной сети SibGIIU

На втором этапе анализировались транспортные и информационные услуги, предоставляемые инфокоммуникационной сетью SibGIIU (рисунок 2). Транспортные услуги состоят в передаче информации между пользователями сети в неизменном виде. При этом сеть принимает информацию от пользователя на одном из своих интерфейсов, передает ее через промежуточные коммутаторы и выдает другому пользователю через другой интерфейс. При оказании транспортных услуг сеть не вносит никаких изменений в передаваемую информацию, передавая ее получателю в том виде, в котором она поступила в сеть от отправителя. Информационные услуги заключаются в предоставлении пользователю некоторой новой информации. Информационная услуга всегда связана с операциями по обработке информации: хранению ее в некотором упорядоченном виде (файловая система, база данных), поиску нужной информации и преобразованию информации [2].

По результатам анализа транспортных и информационных услуг, предоставляемых инфокоммуникационной сетью SibGIIU, можно сформулировать наиболее важные особенности:

- многообразие информационных услуг и задач решаемых различными структурными подразделениями университета (организация документооборота; технологии коллективной работы, позволяющие объединить усилия специалистов; решения задач организации учебного процесса и управления вузом);

- большое количество разнообразного технического обеспечения различных фирм-производителей (единая точка доступа ко всем ресурсам сети);



Рисунок 2 – Основные услуги, предоставляемые инфокоммуникационной сетью

- разнообразие программного обеспечения (объединённый доступ к сотням типов агрегированных и упорядоченных данных; интеграция с приложениями, документами и системами потока операций; персонализированное взаимодействие со службами);

- большое количество пользователей (более 2000).

Очевидно, что по мере увеличения количества пользователей сети и задач, решаемых с ее помощью, происходит постоянное увеличение нагрузки на сетевую инфраструктуру университета, снижается ее надежность, повышаются риски сетевых отказов. Требуется проведение различного рода мероприятий направленных на совершенствование и модернизацию информационной сети университета. Среди основных мероприятий по совершенствованию информационной сети, по нашему мнению, следует выделить:

- совершенствование аппаратной базы. Например, увеличение производительности и надежности центрального коммутатора с добавлением элементов резервирования;

- модернизация каналов связи, в частности увеличение пропускной способности опорных каналов сети от корпусов университета к центральному коммутатору;

- улучшение качества предоставляемых услуг, группировка и разделение сетевых сервисов по отдельным серверам для снижения нагрузки и упрощения их администрирования.

Выводы: 1. Инфокоммуникационная сеть представлена современной информационно-телекоммуникационной инфраструктурой на базе управляемых коммутаторов, оптоволоконных и медных каналов связи, характеризу-

ется большим количеством пользователей, многообразием информационных задач и программ. 2. Предложены пути модернизации инфокоммуникационной сети СибГИУ: совершенствование аппаратной базы, модернизация каналов связи, улучшение качества предоставляемых услуг.

Библиографический список

1. Гончарова Н.В. Проектирование информационно – управляющей системы современного предприятия / Н.В. Гончарова, В.В. Грачев // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: Изд. цент СибГИУ, 2014. – Вып.18. – Ч.IV. Технические науки. – С. 238-241.

2. Олифер В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов./ Олифер В.Г., Олифер Н.А. 3-е изд. – СПб.: Издательство «Питер», 2008.- 958 с.

УДК 378:004

РОЛЬ МИРОВЫХ МАССОВЫХ ОТКРЫТЫХ ОНЛАЙН-КУРСОВ В ОБРАЗОВАНИИ

Базылев А.К.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ermakova@sibsiu.ru*

Работа посвящена обзору массовых открытых онлайн-курсов. Проведен анализ наиболее популярных мировых проектов в области массовых открытых онлайн-курсов.

Ключевые слова: массовый открытый онлайн-курс, Coursera, edX, Stepic, Универсариум, Лекториум.

Дистанционное обучение с каждым годом все больше набирает популярность и применяется в большинстве вузов [1]. В его рамках последнее время важную роль начали играть массовые открытые онлайн курсы – МООК (Massively Open Online Course – МООС).

МООК – это интерактивные интернет-курсы с массовым участием, находящиеся в открытом доступе. Открытое обучение – это открытая практика, которая прозрачно показывает всю деятельность, проходящую во время обучения. А открытые курсы – это открытое содержание, которое позволяет вести курс другому человеку, а не только его разработчику [2].

Так же можно отметить, что МООК рассчитаны на разный уровень подготовки слушателей – как новичков, так и опытных специалистов, что позволяет, как просто получать знания по новым областям знаний, так и повышать свою квалификацию в уже известных.

Известность MOOK приобрела летом 2011 г. Тогда курс по искусственному интеллекту, проводящийся профессорами информатики Стэнфордского университета Эндрю Ыном и Дафной Коллер, привлек множество студентов по всему миру [3]. В итоге такой популярности появилась первая крупная площадка MOOK – Coursera. В проекте Coursera представлены курсы по физике, инженерным дисциплинам, гуманитарным наукам и искусству, медицине, биологии, математике, информатике, экономике и бизнесу.

Через некоторый промежуток времени Гарвардский университет и Массачусетский институт технологии (MIT) объявили о запуске нового проекта в области дистанционного образования – edX. Проект не стремится быть самой массовой платформой, а ориентированы на предоставление качественных образовательных услуг. Поэтому на курсах edX очень строгие требования и высокий процент отсева учащихся. Всего 5% выпускников остается от всей массы поступивших на первый курс.

Последней в тройке крупных площадок стала Udacity основанная Себастьяном Труном, Дэвидом Ставенсом и Майклом Сокольски как частная образовательная организации. Площадка использует видео лекции в сочетании со встроенными тестами и последующими домашними работами, основанные на модели «учиться на практике».

В России тоже имеется несколько площадок для размещения открытых курсов.

Лекториум – академический образовательный проект, развивающий два направления: медиатека – коллекция видео-лекций лучших лекторов России и MOOC. Проект сейчас содержит не так много онлайн курсов и все они не определены точной датой начала, только примерными рамками, что очень печалит. Лекториум не стал изобретать свою платформу и использует для размещения материалов курсов платформу Open edX с открытым исходным кодом, которая неплохо себя зарекомендовала.

Универсариум – российская система массовых открытых онлайн-курсов. В системе представлены бесплатные образовательные курсы преподавателей ряда университетов страны, а также российских научных центров. Основные направления, по которым создаются и будут разрабатываться курсы – химия, физика, математика, экономика, программирование, астрономия и биология. Проект реализуется при поддержке РИА Наука и Агентства стратегических инициатив.

Stepic – это проект, работающий над созданием онлайн-конструктора и платформы для бесплатных уроков и курсов. Проект сотрудничает как с образовательными учреждениями, так и с индивидуальными преподавателями и авторами. Система автоматизированной проверки задач Stepic была использована в ряде курсов на платформе Coursera, включая курсы от НИУ «Высшая школа экономики», Калифорнийского университета в Сан-Диего.

Есть MOOC и в других частях света: Iversity в Германии (300 тысяч студентов, больше, чем где-либо в Европе), Open University в Великобрита-

нии, Crypt4you в Испании, OpenupEd - детище образовательных структур Евросоюза, EduKart в Индии и т. д.

Таким образом, сегодня существует достаточно много платформ с массовыми открытыми онлайн-курсами, что значительно расширяет возможности для получения знаний и меняет существующую систему образования. Дальнейшее развитие проектов МООС может привести к потере университетами монополии на образование.

Библиографический список

1. Ермакова Л.А. Применение сети интернет для организации учебного процесса на заочном факультете университета: учебное пособие / Л.А. Ермакова, П.Г. Пермяков // Новокузнецк: СибГИУ, 2006. 106 с.

2. Кухаренко В.Н. Массовый открытый дистанционный курс // Высшее образование в России, т.2 № 10, 2011 г. С. 93-99

3. Колтер М. Массовые открытые онлайн-курсы / Мэрилен Колтер; [пер. с англ. А. И. Земскова]. – М.: ГПНТБ, 2014.

УДК 378:004

РУССКОЯЗЫЧНЫЕ МАССОВЫЕ ОТКРЫТЫЕ ОНЛАЙН-КУРСЫ **Лысков А.В.**

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ermakova@sibsiu.ru*

Работа посвящена обзору русскоязычных массовых открытых онлайн-курсов. Проведен анализ курсов, размещенных на наиболее популярных платформах.

Ключевые слова: массовый открытый онлайн-курс, ИТНУИТ, Универсариум, Лекториум.

Новые технологии обучения предполагают использование в учебном процессе электронных образовательных ресурсов (ЭОР), наличие которых проверяется Министерством образования и науки РФ при мониторинге уровня развития ЭО и ДОТ в вузе [1-3]. Разработка ЭОР является длительным и дорогим процессом, в тоже время в зарубежной практике распространено использование в учебном процессе университетов МООС – Massive open online courses или МООК – массовых открытых онлайн-курсов. Поэтому представляет интерес рассмотреть существующие русскоязычные массовые открытые онлайн-курсы.

Одним из первых МООК в России был Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ» – предоставляющий с помощью сайта услуги дистанционного обучения по нескольким образовательным программам [4]. Сайт

содержит несколько сотен образовательных курсов, по прохождении которых можно бесплатно получить электронный сертификат. Также возможно платное получение удостоверения о повышении квалификации или диплома о профессиональной переподготовке. Кроме того, организация действует как издательство, выпуская учебную литературу. Это частный проект основанный Анатолием Шкредом в 2003 году, финансируется за счёт продаж учебников и сертификатов. В 2010 году ИНТУИТ получил лицензию на образовательную деятельность, в данном проекте размещено несколько сотен курсов, как для повышения квалификации, профессиональной переподготовки, так и для получения высшего образования. Получение высшего образования платное и составляет на сегодня 16000 рублей за семестр.

Рассмотрим модуль «Введение в математический анализ» размещенный на ИНТУИТ. В нём предлагается прослушать 8 видео-лекций, сдать по ним 8 тестов, сделать 6 практических работ и сдать финальный экзамен. В рамках первой лекции предлагается видео-материал-лекция, её длина составляет 38 минут, что не соответствует основам МООК: длина видео материала должна быть не более 15 минут, что способствует более эффективному её осваиванию. Также предлагается скачать презентацию, по которой читается лекция.

Весной 2014 года при поддержке РИА «Новости» и АСИ запущен проект «Универсариум» [5]. Он сам оплачивает создание части курсов; те же, что менее интересны платформе, финансируются университетами. На данный момент в «Универсариуме» размещено 57 курсов и часть из них носит скорее общеобразовательный характер, чем академический.

Также существует ещё один отечественный академический проект Лекториум пытающийся совместить в себе два сервиса: медиатеку и МООК. В рамках проекта в системе МООК опубликовано всего 10 курсов и часть из них больше представляет собой некий рассказ лектора о культуре и истории определенных городов. Однако медиатека Лекториума обширна и насчитывает около 3000 видеоматериалов [6].

Таким образом, русскоязычные МООК сильно отстают от зарубежных аналогов. Происходит это ввиду запоздалого начала развития данной отрасли и недостаточной заинтересованности государства в данном вопросе. В случае если ситуация не изменится Россия рискует потерять данный рынок образовательных услуг.

Библиографический список

1. Разработка методики мониторинга уровня развития электронного обучения и дистанционных образовательных технологий в вузах / М.Б. Малинов, С.П. Мочалов, В.С. Третьяков, Л.А. Ермакова, Л.Д. Павлова//Современные проблемы науки и образования.- 2013. -№ 5. URL: <http://www.science-education.ru/111-10642>. (дата обращения: 11.02.2015).

2. Разработка системы показателей для мониторинга вузов в области электронного обучения и дистанционных образовательных технологий / М.Б. Мали-

нов, С.П. Мочалов, В.С. Третьяков, Л.А. Ермакова, Л.Д. Павлова, О.А. Кондратова // Открытое и дистанционное образование. -2013. -№ 4 (52).- С. 10-13.

3. Комплексная система оценки уровня развития электронного обучения в вузе [Текст] / М.Б. Малинов, С.П. Мочалов, Л.А. Ермакова, Л.Д. Павлова, О.А. Кондратова // Проблемы современного образования: Материалы IV международной научно-практической конференции, 10-11 сентября 2013 г.-Прага, Vědecko vydavatelské centrum «Sociosféra-CZ», 2013.- С. 74 -76.

4. НОУ ИНТУИТ | высшее образование [Электронный ресурс] // Национальный открытый университет ИНТУИТ. URL: http://intuit.ru/studies/higher_education (Дата обращения 5.03.2015).

5. Универсариум [Электронный ресурс] // Универсариум мы учим вместе. URL: <http://universarium.org/#/catalog> (Дата обращения 5.03.2015).

6. Лекториум Просветительный проект [Электронный ресурс] // Лекториум - академический образовательный проект. URL: <https://www.lektorium.tv/> (Дата обращения 5.03.2015).

УДК 681.518

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ВДУВАНИЯ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ДОМЕННЫЕ ПЕЧИ ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК"¹

Парфенов К.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Грачев В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Статья посвящена изучению и систематизации данных по действующей системе автоматизации установки вдувания пылеугольного топлива (ПУТ) в доменные печи ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК". Представлен алгоритм работы установки вдувания ПУТ в доменную печь, состоящий из трех этапов: контроль инжекционных бункеров, подача ПУТ и вдувание ПУТ. Рассмотрены режимы работы системы автоматизации установки.

Ключевые слова: пылеугольное топливо (ПУТ), доменная печь, режимы работы системы автоматизации, установка вдувания ПУТ, система автоматизации установки вдувания ПУТ.

Пылеугольное топливо (ПУТ) является высокоэффективным и перспективным видом топлива, обладает массой достоинств: снижение затрат на дорогостоящие коксовые батареи и природный газ, высокий КПД сгорания, снижение выбросов парниковых газов в атмосферу [1]. Именно такой прин-

¹ Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания Министерства образования и науки на выполнение СибГИУ научно-исследовательской работы № 2555

цип по сжиганию пылеугольного топлива и реализован на установке вдувания пылеугольного топлива доменного производства ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК".

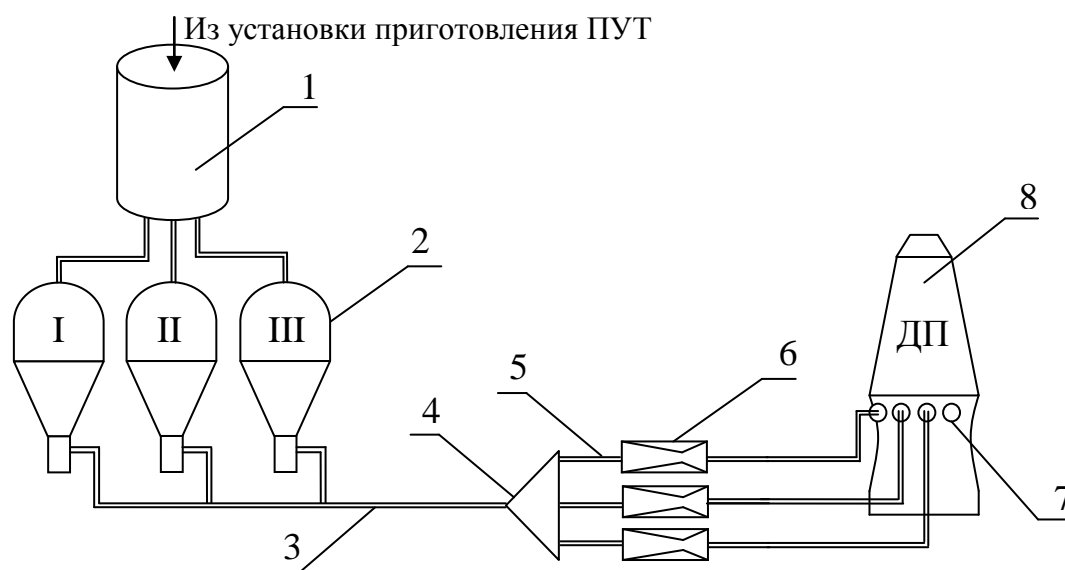
Установка вдувания ПУТ в доменные печи №1 и №2 ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК" была введена в эксплуатацию в апреле 2014 года. Она представляет собой крупнейшую установку приемки, приготовления и подачи ПУТ в доменные печи комбината с целью замены природного газа и уменьшения удельного расхода кокса. По своим размерам и задачам установка является уникальной и имеет мало аналогов не только в России, но и в мире. Производственная мощность установки - около 1,3 млн. тонн пылеугольного топлива в год [2].

Целью научно-исследовательской работы является изучение и систематизация данных по действующей системе автоматизации установки вдувания пылеугольного топлива в доменные печи ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК".

Задачи, решаемые в рамках данного исследования, были сформулированы следующим образом:

- изучение алгоритма работы установки вдувания пылеугольного топлива в доменную печь;
- изучение режимов функционирования и структуры системы автоматизации установки.

На первом этапе исследования был изучен алгоритм работы установки вдувания пылеугольного топлива в доменную печь (рисунок 1).



1 – бункер хранения ПУТ, 2 – инжекционный бункер, 3 – транспортная линия, 4 – статический распределитель, 5 – инжекционная линия, 6 – сопла докритического расширения, 7 – фурма, 8 – доменная печь

Рисунок 1 – Общая схема установки вдувания ПУТ в доменную печь

Обеспечение постоянной подачи ПУТ в доменную печь является основной задачей системы автоматизации установки вдувания.

Пылеугольное топливо из бункера хранения ПУТ 1 поочередно поступает под силой тяжести в три инжекционных бункера (I-III) 2, откуда оно пневматически передается по транспортным линиям 3 в статический распределитель 4 и затем через инжекционные линии 5 в фурмы 7 доменной печи 8.

Процесс работы установки вдувания ПУТ состоит из трех этапов.

Этап 1. Контроль инжекционных бункеров. Бункер хранения ПУТ наполняется из установки приготовления ПУТ. Из бункера хранения угольная пыль самотеком подается в один из трех инжекционных бункеров. Когда вес ПУТ в текущем инжекционном бункере (I) доходит до нижней границы, система автоматизации автоматически осуществляет переход на работу со следующим инжекционным бункером (II). "Опустошенный" инжекционный бункер I при этом начинает заполняться. После заполнения он ожидает вступления в работу, до того момента когда вес, измеряемый на другом инжекционном бункере (II или III), не достигнет нижнего предела. Таким образом, сигнал о минимальном весе ПУТ в текущем инжекционном бункере включает в работу следующий бункер обеспечивая плавный переход.

Обычная конфигурация предполагает работу систему в режиме с тремя бункерами, обеспечивая непрерывную подачу с максимальным расходом. Также возможен вариант вдувания ПУТ в доменную печь с помощью одного бункера.

Этап 2. Подача ПУТ. Подача ПУТ из инженерных бункеров осуществляется через транспортные линии в статический распределитель. Клапаны статического распределения разделяют весь поток подаваемого через транспортные линии ПУТ на отдельные потоки для каждой фурмы.

Этап 3. Вдувание ПУТ. На заключительном этапе осуществляется непосредственное вдувание ПУТ по инжекционным линиям в копия на фурмы доменной печи. За статическим распределителем на каждой инжекционной линии установлены сопла 6 докритического расширения. Они обеспечивают точность равномерного распределения ПУТ по фурмам доменной печи за счет снижения давления и уменьшения отклонений в отдельных инжекционных линиях. Поток ПУТ в каждой инжекционной линии отслеживается датчиками расхода, который в случае обнаружения отсутствия расхода останавливает соответствующую инжекционную линию.

Инжекционные линии от статического распределителя до копий доменной печи, имеют одинаковую длину, чтобы гарантировать более или менее одинаковый перепад давления в каждой инжекционной линии. Каждая из них оборудована фурмой перепада давления, для гарантии равного распределения ПУТ в доменных фурмах.

На втором этапе научно-исследовательской работы были изучены режимы функционирования системы автоматизации установки вдувания ПУТ. Всего реализовано три режима работы:

- "Автоматический". В этом режиме основной режим, управление механизмами производится автоматически с учётом взаимных блокировок между механизмами;

- "Полуавтоматический". Управление механизмами осуществляется с пульта оператора ПУТ через подсистему отображения и оперативного управления процессом с учетом взаимных блокировок между механизмами;

- "Ручной" (ремонтный, наладочный). В этом режиме управление механизмами производится с постов местного управления без взаимных блокировок между механизмами и без контроля аварийных ситуаций.

Основным режимом работы является "Автоматический" режим.

Система автоматизации установки реализована как трехуровневая структура [3]. Первый уровень (полевой уровень) представлен: исполнительными механизмами; датчиками положений Yokogawa (Япония), давления Метран (Россия), расхода Siemens (Германия); местными постами управления. Второй уровень – это уровень базовой автоматизации и технологической визуализации. Он реализован на базе приводов, контроллерного оборудования PLC S7 300/400 и SCADA-системы WinCC фирмы Siemens.

Третий уровень – это информационный уровень, реализующий задачи сбора, обработки и долговременного хранения информации.

Выводы: 1. Процесс работы установки вдувания ПУТ в доменную печь состоит из трех этапов: контроль инжекционных бункеров, подача ПУТ и вдувание ПУТ. 2. В системе автоматизации установки вдувания ПУТ реализовано три режима работы: "Автоматический", "Полуавтоматический", "Ручной". Основным режимом работы является "Автоматический". 3. Система автоматизации реализована, как трехуровневая структура: полевой уровень, уровень базовой автоматизации и технологической визуализации, информационный уровень.

Библиографический список

1. Парфенов К.В. Системы автоматизации управления котельными агрегатами, работающими на углесодержащих отходах / К.В. Парфенов, В.В. Грачев // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Новокузнецк: Изд. цент СибГИУ, 2014. – Вып.18. – Ч.IV. Технические науки – С. 248 - 251.

2. Без мартеновских печей/ А. Попов, 26.01.2015 [Электронный ресурс]: материалы электронного журнала «Эксперт ONLINE». – Режим доступа: [<http://expert.ru/siberia/2015/05/bez-martenovskih-pechej/>]- Загл. с экрана.

3. Техническое задание на разработку рабочего проекта "Комплекс установки вдувания пылеугольного топлива в доменной печи ОАО "ЕВРАЗ ЗСМК".

КЛАССИФИКАТОР АДАПТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ИНТЕРФЕЙСА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Фисенко А.И.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор

Львова Е.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, fisen_vdm@mail.ru*

В публикации рассмотрены вопросы классификации адаптивных изменений интерфейса мобильных устройств, представлены датчики для определения типов состояний и сформулирован критерий охвата состояний.

Ключевые слова: интеллектуальный агент, интерфейс, мобильные устройства, классификация, машинное обучение, bluetooth, NFC, акселерометр, гироскоп.

Быстрое развитие мобильных устройств привело к повсеместному их использованию различными категориями пользователей. Однако программно устройства недостаточно готовы к использованию во многих ситуациях. Для более удобного и эффективного применения программного обеспечения разрабатывается интеллектуальный агент для адаптации интерфейса мобильных устройств (рисунок 1) [1-2].

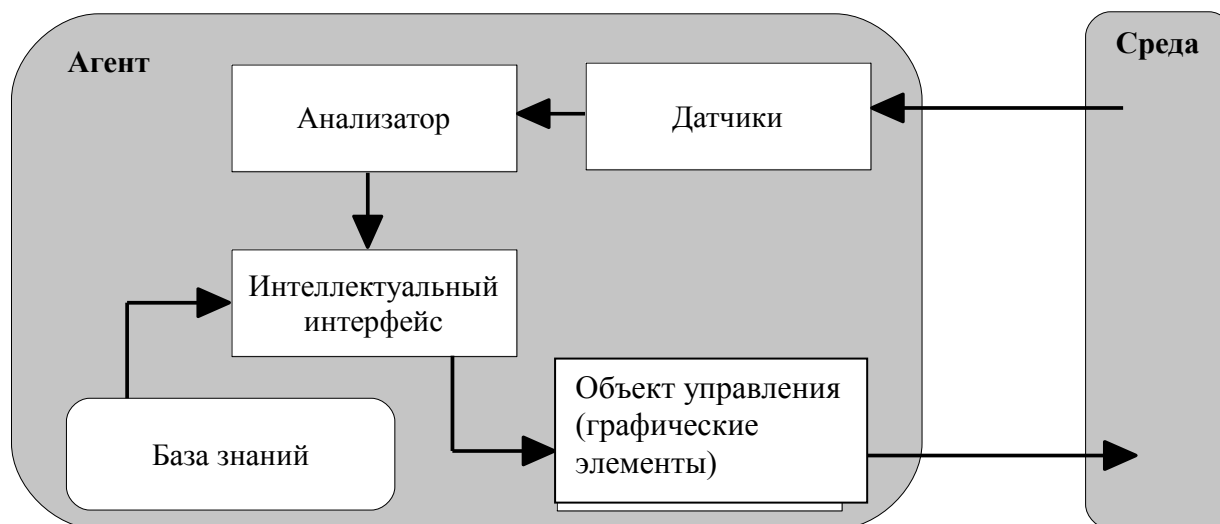


Рисунок 1 – Схематическое изображение структуры интеллектуального агента для адаптации интерфейса мобильных устройств

Интеллектуальный агент для адаптации интерфейса мобильных устройств анализирует состояние мобильного устройства и позволяет изменять положение графических элементов пользовательского интерфейса мобильного устройства, используя для этого заготовку реакций на изменение класса состояния мобильного устройства.

Сущность интеллектуальной адаптации заключается в следующем. Специально обученный анализатор собирает данные с датчиков мобильного устройства, проверяя их соответствие данным базы знаний. База знаний специально обучена методом машинного обучения с учителем для определения соответствия показаний датчиков и конкретных состояний мобильного устройства. Получив информацию из базы, анализатор назначает мобильному устройству определенное состояние, сверяя его с предустановленными настройками пользователя. После анализа состояния устройства, блок адаптации выполняет определенные манипуляции с графическим интерфейсом, соответствующие каждому конкретному состоянию.

Каждое из типов состояний мобильного устройства определяется совокупностью показаний датчиков этого устройства, либо принудительным назначением пользователя. Текущее состояние мобильного устройства будет определяться исходя из анализа сигналов, поступающих в блок анализатора, посредством функции классификации, базирующейся на определенных источниках данных. В качестве источников данных были взяты аппаратные функции мобильных устройств, доступные для программного анализа в операционной системе Android.

Класс состояния мобильного устройства будет определяться исходя из комбинации типов состояний устройства. Каждый тип состояния будет иметь определенный диапазон показаний датчиков мобильного устройства, которые, в свою очередь, будут поступать в анализатор для сравнения с типопредставительными выборками из базы знаний. Помимо анализа состояния, также будет иметься возможность принудительного выбора состояния пользователем, либо возможность внесения пользовательских коррективов в диапазоны показаний датчиков для определения состояния [3-4].

Для успешного функционирования анализатора интеллектуального агента с целью определения типов и классов состояний мобильного устройства необходимо четко определять соответствие показаний датчиков типам состояний и соответствие комбинаций типов состояний классам состояний. Для этого будет использоваться классификатор.

Исходя из показаний данных датчиков, интеллектуальный агент может назначить устройству комбинацию типов состояний, разделяющихся по местоположению пользователя, времени, длительности, глубине использования и типу действия.

Для определения геолокационного положения пользователя используются датчики антенны и GPS. Также для определения скорости движения устройства будет использоваться датчик линейного ускорения. При движении пользователя, именно исходя из значения скорости, будут разделяться такие типы как прогулка и транспорт. Самое частое местоположение пользователя будет обозначено агентом как дом. Если пользователь посещает чаще другое местоположение, то именно оно будет идентифицировано как домашнее с целью эффективного функционирования агента. Время устройства

будет определяться встроенным таймером исходя из текущего часового пояса устройства. Пользователь будет иметь возможность вручную скорректировать коэффициенты разделения времени и выходных дней. Длительность и глубина использования процесса также будут определяться программно, исходя из показаний внутреннего таймера устройства, и заноситься в базу данных для дальнейшего анализа. Для определения каждого конкретного типа действия будет использоваться свой набор показаний. Использование полноэкранного приложения, набор текста, разговор, выполнение фоновых процессов или бездействие устройства будут определяться программными средствами. Для определения просмотра видео и прослушивания аудио помимо программных средств будут использоваться показания выходных сигналов динамика. Зарядка аккумулятора будет определяться при подключении зарядного устройства к разъему подключаемых устройств. Также для определения подключенных устройств будут использоваться технологии беспроводной связи Bluetooth и NFC.

Для эффективного определения условий адаптации интерфейса необходимо сформировать определенные классы состояний устройства, каждому из которых соответствуют определенные изменения графического интерфейса. Данные классы должны быть сформированы таким образом, чтобы охватывать все или почти все комбинации типов состояний. Согласно установленным ограничениям, критерий охвата состояний $T_{\text{охв}}$ должен составлять не менее 90% от $T_{\text{полн}}$ полного охвата состояний.

Библиографический список

1. Фисенко А. И. Интеллектуальный агент для адаптации интерфейса мобильных устройств / А.И. Фисенко – Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 84 с.

2. Фисенко А. И. К разработке интеллектуального агента для адаптации интерфейса мобильных устройств / А.И. Фисенко, Е.И. Львова // Наука и молодежь, проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2014. – Вып. 18. – Ч. II. Технические науки. – С. 174-176.

3. Фисенко А. И. К задаче адаптации интерфейса мобильных устройств на базе интеллектуального агента / А. И. Фисенко, Е. И. Львова // Информационные системы и технологии в образовании, науке и бизнесе: Материалы Всероссийской молодежной научно-практической школы. – Кемерово: КузГТУ, 2014. – С. 262-263.

4. Фисенко А. И. Интеллектуальная адаптация интерфейса мобильных устройств / А.И. Фисенко, Е.И. Львова // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ): Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Кемерово: КузГТУ, 2014. – С. 306-307.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА

Каюда А.В., Петелина Ю.П.

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент Петелин А.Е.

*Национальный исследовательский Томский
государственный университет,
г. Томск, e-mail: aepetelin@gmail.ru*

В докладе рассмотрены задачи хранения, учета и обработки финансовых и иных документов внутри коммерческой компании или группы компаний. Описана созданная авторами программа «Doc Storage» по учету документооборота, с использованием которой возможно хранение электронного архива документов, контроль согласования и исполнения договоров, приказов, распоряжений и других документов.

Ключевые слова: автоматизация, документооборот, информационная система, базы данных.

Управление документооборотом для деятельности любой организации имеет особое значение, т.к. бухгалтеру, сотруднику отдела кадров, товароведу и другим специалистам приходится часто составлять новые документы, использовать содержащиеся в них сведения для подготовки и проведения учетных работ, визировать отдельные распорядительные документы, составлять калькуляции себестоимости продукции и услуг, взаимодействовать с контрагентами и др. На выполнение этих задач тратится много времени, к примеру, только на поиск нужных документов уходит около 20% всего рабочего времени. Для повышения эффективности работы необходимо использовать автоматизированные системы документооборота.

В настоящее время рынок программного обеспечения электронного документооборота очень обширный. К наиболее известным из них относятся: DocSpace; система «ДЕЛО-Web»; программа «SysTecs: Учет документов»; система «eDocLib»; система «Е1 Евфрат». Некоторые из них имеют слишком высокую стоимость, какие-то сложный интерфейс, другие – неразвитые подсистемы поиска, хранения и представления документов.

В рамках настоящей работы авторами была поставлена задача автоматизации электронного документооборота для общества с ограниченной ответственностью (ООО) «Углесбыт». Данная организация занимается оптовой и розничной торговлей топливом, а именно котельным топливом, газом в баллонах, углем, древесиной и торфом. Организация имеет линейную организационную структуру, состоящая из административного отдела, отдела сбыта, отдела кадров и бухгалтерии. Для осуществления документооборота в ООО «Углесбыт» актуально использование единой универсальной информа-

ционной системы или системы автоматической интеграции существующих систем. Поскольку исходный код существующих систем, как правило, закрытый, осуществить их полноценную автоматическую интеграцию не представляется возможным, и очевидным решением оказывается создание новой информационной системы.

В рамках настоящей работы для организации документооборота автoрами была разработана информационная система «Doc Storage», структура которой аналогично [1, С. 143-144] представляет собой систему динамически подключаемых модулей, подразделяемых на функциональные модули, системные модули, модули доступа к базам данных и модули пользовательского интерфейса (рисунок 1).

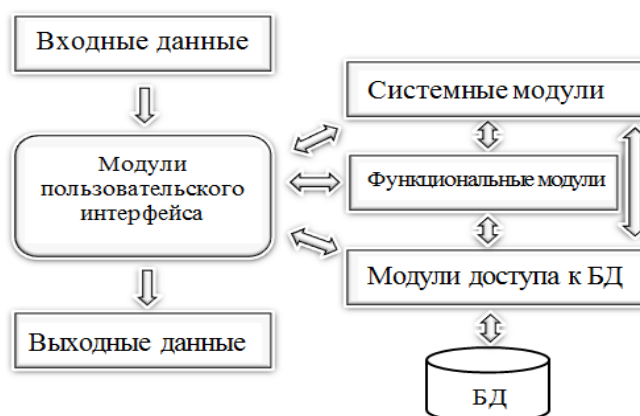


Рисунок 1 - Структура программы «Doc Storage»

В настоящее время программа «Doc Storage» предназначена для хранения и быстрого поиска бухгалтерских документов, вход для пользователя осуществляется через интернет посредством web-браузера (Internet Explorer, Opera). Доступ к документам разрешен генеральному директору, главному бухгалтеру и кассиру. На главной странице программы «Doc Storage» выводится информация о хранимых документах организации, которые можно загрузить и удалить (рисунок 2). Также на главной странице можно осуществить поиск документов по их типу и значениям их атрибутов.



Рисунок 2 - Главное окно программы «Doc Storage»

Во вкладке «Работа с документами» пользователь может загружать файлы, вносить необходимые для работы типы документов, а также удалять их. Во вкладке «Настройки» можно сделать выбор языка, на котором будет работать программа: русский или английский, поменять шрифт и его размер, для каждого пользователя настройки являются индивидуальными. С помощью вкладки «Отчеты» можно отслеживать документы, срок хранения которых подходит к концу. Вкладка «О системе» содержит информацию, которая описывает «Doc Storage».

В качестве системы управления базами данных в программе «Doc Storage» используется MySQL. Помимо хранения документов и их атрибутов, в базе данных также хранится информация о пользователях и о настройках системы (рисунок 3).

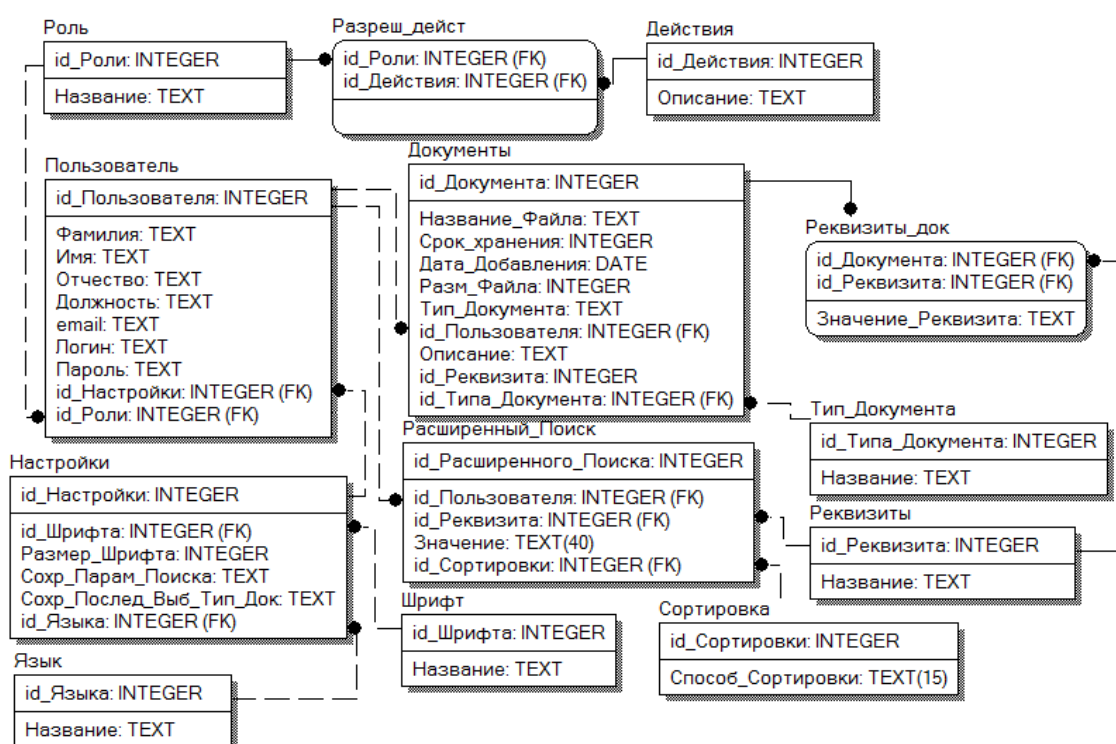


Рисунок 3 - Физическая схема базы данных

Программа не требовательна к ресурсам компьютера. Для установки серверной части необходима операционная система Windows и библиотека .NET Framework 4.0. Клиентская же версия программы работает на любой операционной системе и для её функционирования необходим лишь браузер и подключение к Интернет. Интерфейс программы разработан в соответствии с основными правилами проектирования правильного пользовательского интерфейса и является интуитивно понятным [2, С. 163].

Библиографический список

1. Самохина С.И., Петелин А.Е. Разработка программного комплекса для моделирования зоны сдвига в г.ц.к. металлах // Вестник ТГУ. Приложение. Томск.- 2006. - № 18.- С.141-145.

2. Колупаева С.Н., Петелин А.Е. Программная поддержка математического моделирования пластической деформации в кристаллических материалах // Вестник ТГАСУ. – 2011. – № 3. – С. 159–163.

УДК 622.6

К ПРОБЛЕМЕ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ

Порошин К.С., Матросов С.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Соловьева Ю.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mykosmail@mail.ru*

В докладе рассматриваются: построение систем автоматического распознавания речи, особенности процесса распознавания речи, проблемы развития данной научной области, связанные с низкой точностью распознавания. Также в этой статье рассматривается вопрос применения скрытой марковской модели принятия решений в системе распознавания речи.

Ключевые слова: распознавание речи, обработка, точность, скрытая марковская модель, фундаментальное исследование.

Распознавание речи является эффективной технологией, так как позволяет с гораздо более малыми затратами по времени управлять устройствами и преобразовывать мысли в текст посредством речи. Процесс распознавания является достаточно сложным, так как обработка входного звукового сигнала речи проходит несколько этапов, прежде чем примет вид команды устройству или же конечного текста, соответствующего произнесенному. Таким образом, звуковой сигнал проходит два уровня обработки, высокий и низкий. На низком уровне производится несколько различных этапов обработки звука, на высоком же уровне уже обрабатывается текст. В результате совместной обработки на высоком и низком уровнях звуковой сигнал становится текстом [1].

Существует огромное множество систем распознавания речи, которые характеризуются высокими показателями точности распознавания и множество дополнительных функций и характеристик, которые помогают в работе. Однако большинство из них не оправдывает заявленные характеристики, что является достаточно серьезной проблемой в сфере распознавания речи. На данный момент наилучшими системами распознавания речи являются такие, которые построены на основе скрытой марковской модели принятия решений [2].

Скрытая марковская модель соответствует множеству систем, основанных на принятии решений. Примером таких систем могут служить любые системы распознавания образов, включая систему перевода с одного языка на другой. Сутью скрытой марковской модели является расчет наиболее подходящего варианта состояния системы в последующий момент времени

из множества неизвестных, учитывая состояние системы на данный момент. Система может иметь ограниченное количество шагов работы, что приводит к определенному маршруту прохождения вариантной сетки состояний системы, но также может иметь неограниченное количество шагов, из-за чего система со временем приходит в стационарное состояние и путь по вариантной сетке состояний становится одним и тем же с течением времени [3].

Качественное распознавание речи является на данный момент очень сложной задачей, но, тем не менее, при помощи использования скрытой марковской модели ученые достигли достаточно больших высот в данной сфере. Таким образом, исходя из анализа некоторых систем распознавания речи, было выявлено, что одной из наиболее успешных на данный момент является Dragon Naturally Speaking, предоставляющая точность распознавания равную 95% и некоторые другие функции, позволяющие использовать такую систему с очень высокими показателями эффективности. К тому же, данная система основана на скрытой марковской модели, что подтверждает эффективность таких систем [4].

Исследования в данной предметной области стоит отнести к разряду фундаментальных исследований. Одной из основных причин возникновения таких исследований в области распознавания речи является сокращение затрат времени на работу предприятий и государственных учреждений, и увеличение эффективности использования таких систем в различных других областях деятельности людей.

Библиографический список

1. Порошин К.С. Обзор уровней обработки речи в SAPR / К.С. Порошин, С.В. Матросов, А.Ю. Ларина // Инновационные процессы и технологии в современном мире: Материалы II Международной научно-практической конференции, г.Уфа, 24-25 ноября 2014 г.;РИО ИЦИПТ. – Уфа, 2014.- С. 125-127.

2. Порошин К.С. Способы и технологии автоматического распознавания речи / К.С. Порошин, С.В. Матросов// Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014): Материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Кемерово, 16-17 октября 2014 г.; Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т.Ф. Горбачева.- Кемерово, 2014.- С. 285-286.

3. Черноморов Г. А. Теория принятия решений: Учебное пособие / Г.А. Черноморов// Юж.-Рос. Гос. Техн. Ун-т. Новочеркасск: Ред. Журн. «Изв. Вузов. Электромеханика», 2002.- 276 с.

4. К.С. Порошин, С.В. Матросов. Анализ систем автоматического распознавания речи (доклад) / Перспективы развития информационных технологий: Труды Всероссийской молодежной научно-практической конференции, г. Кемерово, 29-30 мая 2014 г.- Кемерово, 2014.- С. 270-271.

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОДНОМЕРНОЙ БЕЗУСЛОВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПОИСКОВЫМИ МЕТОДАМИ

Борисов Р.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Рыбенко И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье представлена программная реализация поисковых методов одномерной безусловной оптимизации. Описан интерфейс программы и принцип взаимодействия с пользователями. Также в статье приведены результаты исследования работоспособности методов одномерной оптимизации.

Ключевые слова: оптимизация, одномерная безусловная оптимизация, поисковые методы, поиск экстремума, инструментальная система расчета.

Одним из наиболее простых типов задач оптимизации является задача поиска экстремума функции одной переменной. Она формулируется как нахождение такого значения искомой переменной, которое соответствует наилучшему (минимальному или максимальному) значению целевой функции критерия при отсутствии ограничений на переменную.

Хотя на практике задачи, в которых критерий задан функцией одной переменной, встречаются достаточно редко, анализ таких задач занимает центральное место в оптимизационных исследованиях. Это объясняется тем, что многие одномерные методы достаточно понятны, легко могут быть проиллюстрированы графически, что позволяет глубже понять сущность задач оптимизации и способствует приобретению навыков их решения.

Постановка задачи одномерной оптимизации заключается в нахождении точки x^* , в которой целевая функция $f(x^*)$ принимает минимальное (максимальное) значение.

К поисковым методам одномерной безусловной оптимизации относятся: сканирование, локализации оптимума, половинное деление, золотое сечение, метод Фибоначчи.

Основой всех одномерных поисковых методов является сокращение интервала неопределенности, а именно: построение последовательности отрезков $[a_k, b_k]$, стягивающихся в точке x^* , соответствующей минимуму функции на исходном отрезке. Методы оптимизации отличаются друг от друга лишь различным выбором точек на начальном интервале неопределенности. В методе половинного деления – число $E > 0$ – наименьший сдвиг по x , при котором еще можно отличить $f(x)$ и $f(x+E)$; в методе золотого сечения – чис-

ло $\varphi = \frac{1 + \sqrt{5}}{2}$, в методе Фибоначчи используются числа Фибоначчи.

Общая последовательность реализации методов такова: установление границ начального интервала, выбор точек в начальном интервале неопределенности; вычисление значений функции в этих точках и сравнение этих значений; проверка критерия окончания расчетов.

На этапе установления границ интервала на основе априорных данных или правил исключения строится относительно широкий интервал $[a, b]$, содержащий точку оптимума x^* .

Для реализации работы методов разработана и программно реализована компьютерная программа. Программа содержит два окна. Первое из них «Поисковые методы» (рисунок 1) – это главное окно, обеспечивающее взаимодействие пользователя с программой, и диалоговое окно «Процесс решения» – служащее для отображения всех итераций процесса решения пользователю.

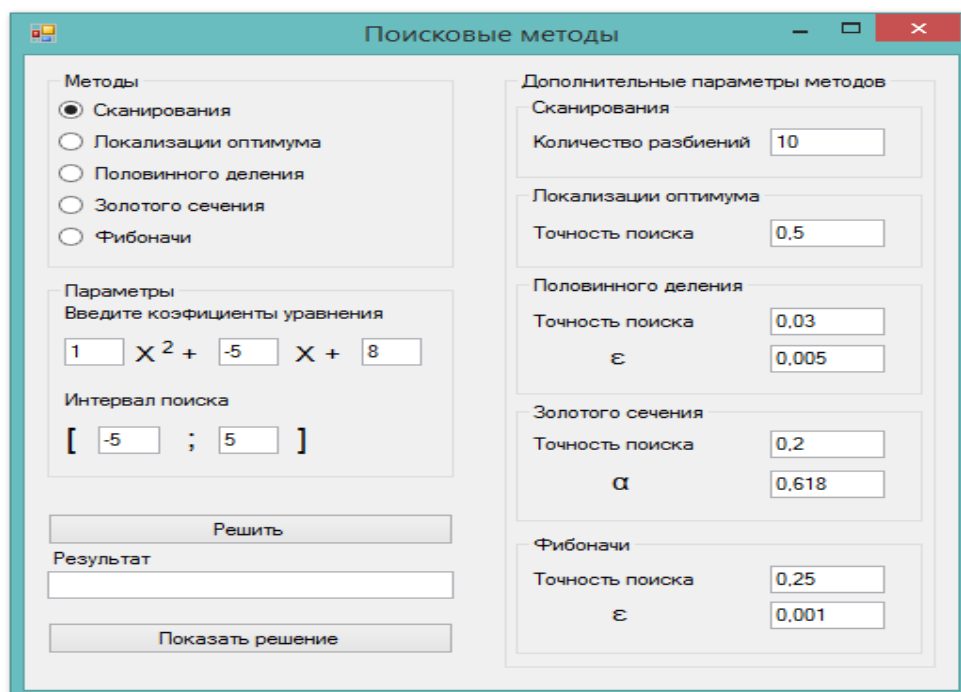


Рисунок 1 – Главное окно программы

Все элементы управления находящиеся в главном окне разделены на блоки. Первый из них - это «Методы», который служит для возможности выбора одного из поисковых методов, которым будет решено уравнение.

Второй блок - это «Параметры», он служит для ввода коэффициентов целевой функции. Программа позволяет определять экстремум для любой функции вида ax^2+bx+c . Уравнения данного типа в программе задаются путем ввода коэффициентов a , b и c . Стоит также отметить, что возможно решение не только полных, но и не полных уравнений данного типа.

Следующий блок называется «Дополнительные параметры методов». Он также содержит в себе блоки, каждый из которых назван в соответствии с тем методом, для которого в нем задаются необходимые для вычисления дополнительные параметры.

После того, как пользователь ввел все необходимые параметры, можно приступить к расчету, нажав на кнопку «Решить», после чего, в поле «Результат» будет выведен итог вычислений.

Для решенного уравнения имеется возможность просмотра каждой итерации расчета, для этого необходимо нажать на кнопку «Показать решение» в главном окне программы. Данное действие открывает диалоговое окно (рисунок 2), в котором в виде таблицы отображен весь ход решения. Каждая строка данной таблицы имеет свой порядковый номер, который соответствует номеру итерации, а в колонках отображаются значения параметров и переменных полученных на данном шаге.

С использованием данной программы были проведены исследования эффективности работы методов и сравнительный анализ полученных результатов, которые показали наилучшую эффективность методов половинного деления и золотого сечения.

№	a	b	x	y	F(x)	F(y)	b-a	Критерий
1	-5	5	-0,005	0,005	8,025025	7,975025	10	Не достигнут
2	-0,005	5	2,4925	2,5025	1,75005625	1,75000625	5,005	Не достигнут
3	2,4925	5	3,74125	3,75125	3,2907015625	3,3156265625	2,5075	Не достигнут
4	2,4925	3,75125	3,116875	3,126875	2,130534765625	2,142972265625	1,25875	Не достигнут
5	2,4925	3,126875	2,8046875	2,8146875	1,84283447265625	1,84902822265625	0,634375	Не достигнут
6	2,4925	2,8146875	2,64859375	2,65859375	1,77208010253906	1,77515197753906	0,3221875	Не достигнут
7	2,4925	2,65859375	2,570546875	2,580546875	1,75497686157227	1,75648779907227	0,166093749999999	Не достигнут
8	2,4925	2,580546875	2,5315234375	2,5415234375	1,75099372711182	1,75172419586182	0,088046874999999...	Не достигнут
9	2,4925	2,5415234375	2,51201171875	2,52201171875	1,75014428138733	1,75048451576233	0,049023437499999...	Не достигнут
* 10	2,4925	2,52201171875	2,502255859375	2,512255859375	1,75000508890152	1,75015020608902	0,029511718749999...	Достигнут

Рисунок 2 – Диалоговое окно программы

Библиографический список

1. Рыбенко И.А. Практикум по решению задач одномерной оптимизации: метод. указ. / И.А. Рыбенко, С.П. Мочалов.-Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2010.-30с.:ил.

2. Рыбенко И.А. Практикум по решению задач многомерной безусловной оптимизации: метод. указ. / И.А. Рыбенко, С.П. Мочалов.-Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2010.- 30с.:ил.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕСТОВОГО МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ УРОВНЕМЕРОВ

Храмов С.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук Андрианов О.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Serega.krik@yandex.ru*

Выполнен анализ влияния скорости распространения ультразвуковой волны на погрешность измерения ультразвуковых уровнемеров с применением тестового метода повышения точности. Выработаны требования к элементам аппаратной реализации устройства.

Ключевые слова: измерение, уровень, ультразвук, расстояние, тестовый метод.

Измерения уровня различных жидких и сыпучих материалов в емкостях достаточно широко используются в технологических процессах. Существует множество методов измерения уровня. Большое распространение получили бесконтактные методы измерения уровня, так как они позволяют проводить измерения агрессивных и взрывоопасных сред при высоких температурах и давлениях. Наиболее эффективным среди бесконтактных методов является ультразвуковой метод, позволяющий измерять уровень с требуемой точностью при минимальных затратах. Ультразвуковые уровнемеры находят широкое применение в системах автоматизации производственных объектов нефтегазовой, нефтехимической, химической, энергетической, металлургической, пищевой и других отраслей промышленности.

Данный метод основан на измерении времени распространения ультразвукового импульса, излучаемого генератором. Отразившись от границы сред, звуковой импульс принимается и определяется сенсором. Время t прохождения сигнала от излучателя до границы сред и обратно однозначно связано с удвоенным расстоянием (1), которое можно пересчитать в уровень или объем, при других известных параметрах.

$$t = \frac{2X}{\vartheta} \quad (1)$$

где ϑ - скорость распространения ультразвуковой волны в газовой среде;

X - расстояние от излучателя до границы раздела сред.

К недостаткам существующих ультразвуковых средств измерения уровня можно отнести влияние плотности, температуры и других свойств газовой среды, в которой распространяется ультразвук, на скорость распространения ультразвуковой волны и, в конечном счете, на погрешность измерения.

В работе предлагается тестовый способ и устройство, позволяющие повысить точность и достоверность измерения за счет устранения влияния вышеперечисленных взаимосвязанных факторов. Это достигается путём включения второго приемника ультразвуковой волны (уз-волны), смещенного относительно первого на фиксированное расстояние Q , которое обеспечивает дополнительное образцовое тестовое измерение в рабочем цикле измерения (по аналогии с [5-6]). Алгоритм основан на замере периода времени прохождения уз-волны, отраженной от границы сред до первого (t_1) и до второго приемника (t_2). В итоге получаем измерение, результат которого не зависит от реальной скорости распространения уз-волны в каждом цикле измерения (4).

$$X = \vartheta \cdot \frac{t_1}{2} \quad (2)$$

$$\vartheta = \frac{Q}{t_2 - t_1} \quad (3)$$

$$X = \frac{Q}{t_2 - t_1} \cdot \frac{t_1}{2} = \frac{Qt_1}{2(t_2 - t_1)} \quad (4)$$

где X - искомое расстояние (физическая величина);

Q - известное фиксированное расстояние (тестовое воздействие).

t_1 - период времени прохождения уз-волной расстояния от ультразвукового излучателя (уз-излучателя) до границы сред и обратно;

t_2 период времени прохождения уз-волной расстояния от уз-излучателя до границы сред и обратно до второго приемника.

Начало измеряемого интервала устанавливается по переднему фронту возбуждающего импульса, окончание определяется по сигналу приемника, сформированному отраженной волной (рисунок 1), например, с помощью алгоритма, описанного в [7], определяющего временной интервал между началом эхо-импульса и моментом срабатывания порогового устройства.

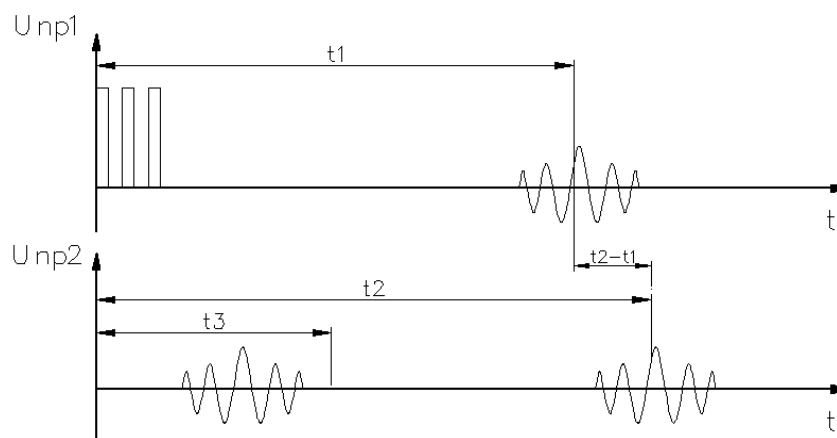


Рисунок 1 - Сигналы ультразвукового передатчика и приемников где t_3 - зона нечувствительности.

Зависимость погрешности измерения ΔX от шага дискретизации Δt устройства, реализующего алгоритм, при следующих параметрах: $\vartheta = 460 \frac{\text{М}}{\text{с}}$, $X = 1\text{м}$, $Q = 0,06\text{м}$, $\Delta t = [0,1;1,2]\text{мкс}$., приведена на рисунке 2.

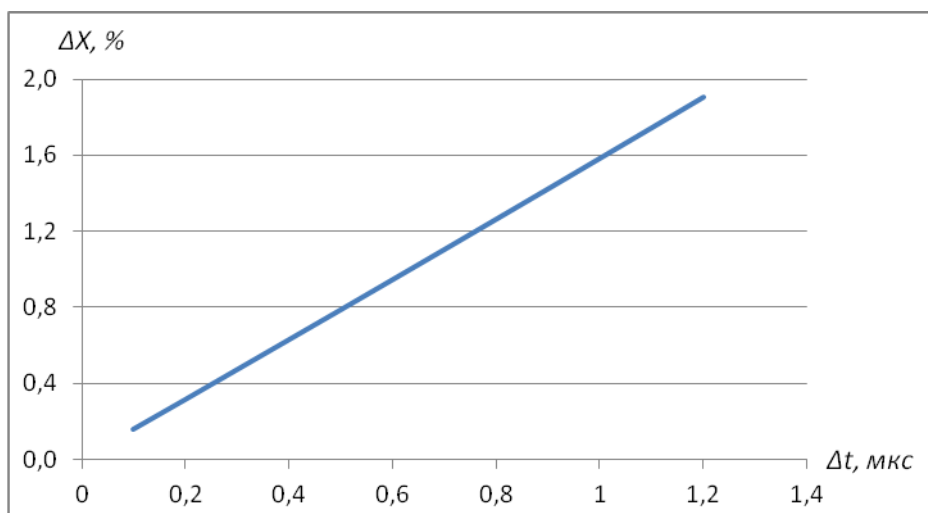


Рисунок 2 – Зависимость погрешности от шага дискретизации

Применение тестового метода в ультразвуковых уровнемерах обеспечивает требуемую точность измерения без необходимости использования дополнительных измерительных каналов компенсации изменения свойств среды.

Библиографический список

1. Крым А.Е. Применение ультразвуковых уровнемеров в различных областях промышленности/ А.Е. Крым // Сборник докладов, С.97-100.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.eti.su/articles/izmeritelnaya-tehnika/izmeritelnaya-tehnika_522.html].
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://allrefs.net/c1/48x1w/p83/?full>].
4. Бромберг Э.М. Тестовые методы повышения точности измерения. Э.М Бромберг., К.Л. Куликовский// М.: Энергия, 1978. – 176с.
5. Патент на изобретение РФ № 2454637, МПК G01F23/28 E21B47/04. Устройство и способ измерения уровня жидкости [Текст]/ Сидоров А.П. – 2011108415/28; заявлено 15.03.2011; опубл. 27.06.2012.
6. Патент на изобретение РФ № 2146358, МПК G01F23/296. Устройство для измерения уровня жидких сред [Текст]/ Жуков Б.В., Воронин А.А., Андриенко Ю.А., Черепков А.И., Спалек Ю.М. – 98110298/28; заявлено 01.06.1998; опубл. 10.03.2000.
7. Патент на полезную модель РФ № 75034, МПК G01F 23/28. Устройство компенсации погрешности измерения ультразвукового уровнемера [Текст]/ Солдатов А.И., Цехановский С.А. – 2008108155/22; заявлено 03.03.2008; опубл. 20.07.2008.

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ СОЦИАЛЬНОЙ СЕТИ

Гусев М.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mx-border@bk.ru*

Статья посвящена идее моделирования социальной сети. Кратко рассмотрена модель типирования Юнга на основе, которой и происходит моделирование сети. В результате рассмотрения создано программное обеспечение позволяющие автоматизировать процесс моделирования социальной сети.

Ключевые слова: моделирование, социальная сеть, интертипные отношения.

Тема «моделирование социальных сетей» является актуальной, так как в последнее время социальные сети широко распространились и проникли во все сферы жизнедеятельности человека. В настоящее время есть много работ посвященных социальным сетям и их моделированию [1] Однако существует очевидная необходимость продолжения изучения социальных сетей, их моделей и способов их моделирования. В связи с этим необходимо построить и изучить модель социальной сети.

Так, при построении модели, адекватно описывающей поведение агентов и структуру социальной сети, необходимо учитывать не только количество агентов и ценность связей между ними, а так же и типы личностей агентов. На текущий момент существует несколько вариантов подходов к определению типов личностей. Однако в работе для определения типа личности была выбрана модель типирования Юнга, базирующаяся на 4 характеристиках характера это «мышление», «чувство», «ощущение» и «интуиция» [2]. Данная модель типирования была выбрана исходя из подхода, предложенного Юнгом, отличия между типами с помощью различия в способах получения, обработки и выдачи информации личностью [3].

На основе указанной типологии была создана концепция «Соционики». В отличие от теории Юнга, в соционике считается, что одна из психических функций всегда является господствующей и подавляет остальные. С учётом «дополнительной» функции, «восемь наглядных психических типов» Юнга дают шестнадцать «соционических типов» [4].

В свою очередь Соционические типы, находятся между собой в тождественных, дуальных, зеркальных и активационных отношениях, что образуют четверку или «квадру» [5]. На основе отношений внутри «квадры» и между ними строится таблица интертипных отношений [6], представленная на рисунке 1.

	ИЛЭ	СЭИ	ЭСЭ	ЛИИ	ЭИЭ	ЛСИ	СЛЭ	ИЭИ	СЭЭ	ИЛИ	ЛИЭ	ЭСИ	ЛСЭ	ЭИИ	ИЭЭ	СЛИ
ИЛЭ-«Дон Кихот»	Тожд	Дуал	Акт	Зеркал	Заказ	Ревиз	Дел	Мираж	СЭго	ППрот	КвазиТ	Конфл	Заказ	Ревиз	Родств	ПДуал
СЭИ-«Дюма»	Дуал	Тожд	Зеркал	Акт	Ревиз	Заказ	Мираж	Дел	ППрот	СЭго	Конфл	КвазиТ	Ревиз	Заказ	ПДуал	Родств
ЭСЭ-«Гюго»	Акт	Зеркал	Тожд	Дуал	Родств	ПДуал	Заказ	Ревиз	КвазиТ	Конфл	СЭго	ППрот	Дел	Мираж	Заказ	Ревиз
ЛИИ-«Робеспьер»	Зеркал	Акт	Дуал	Тожд	ПДуал	Родств	Ревиз	Заказ	Конфл	КвазиТ	ППрот	СЭго	Мираж	Дел	Ревиз	Заказ
ЭИЭ-«Гамлет»	Заказ	Ревиз	Родств	ПДуал	Тожд	Дуал	Акт	Зеркал	Заказ	Ревиз	Дел	Мираж	СЭго	ППрот	КвазиТ	Конфл
ЛСИ-«Максим Горький»	Ревиз	Заказ	ПДуал	Родств	Дуал	Тожд	Зеркал	Акт	Ревиз	Заказ	Мираж	Дел	ППрот	СЭго	Конфл	КвазиТ
СЛЭ-«Жуков»	Дел	Мираж	Заказ	Ревиз	Акт	Зеркал	Тожд	Дуал	Родств	ПДуал	Заказ	Ревиз	КвазиТ	Конфл	СЭго	ППрот
ИЭИ-«Есенин»	Мираж	Дел	Ревиз	Заказ	Зеркал	Акт	Дуал	Тожд	ПДуал	Родств	Ревиз	Заказ	Конфл	КвазиТ	ППрот	СЭго
СЭЭ-«Наполеон»	СЭго	ППрот	КвазиТ	Конфл	Заказ	Ревиз	Родств	ПДуал	Тожд	Дуал	Акт	Зеркал	Заказ	Ревиз	Дел	Мираж
ИЛИ-«Бальзак»	ППрот	СЭго	Конфл	КвазиТ	Ревиз	Заказ	ПДуал	Родств	Дуал	Тожд	Зеркал	Акт	Ревиз	Заказ	Мираж	Дел
ЛИЭ-«Джек Лондон»	КвазиТ	Конфл	СЭго	ППрот	Дел	Мираж	Заказ	Ревиз	Акт	Зеркал	Тожд	Дуал	Родств	ПДуал	Заказ	Ревиз
ЭСИ-«Драйзер»	Конфл	КвазиТ	ППрот	СЭго	Мираж	Дел	Ревиз	Заказ	Зеркал	Акт	Дуал	Тожд	ПДуал	Родств	Ревиз	Заказ
ЛСЭ-«Штирлиц»	Заказ	Ревиз	Дел	Мираж	СЭго	ППрот	КвазиТ	Конфл	Заказ	Ревиз	Родств	ПДуал	Тожд	Дуал	Акт	Зеркал
ЭИИ-«Достоевский»	Ревиз	Заказ	Мираж	Дел	ППрот	СЭго	Конфл	КвазиТ	Ревиз	Заказ	ПДуал	Родств	Дуал	Тожд	Зеркал	Акт
ИЭЭ-«Гексли»	Родств	ПДуал	Заказ	Ревиз	КвазиТ	Конфл	СЭго	ППрот	Дел	Мираж	Заказ	Ревиз	Акт	Зеркал	Тожд	Дуал
СЛИ-«Габен»	ПДуал	Родств	Ревиз	Заказ	Конфл	КвазиТ	ППрот	СЭго	Мираж	Дел	Ревиз	Заказ	Зеркал	Акт	Дуал	Тожд

Рисунок 1 - Интертипные отношения

Достаточно подробно интерпретация интертипных отношений отражена в работе [5].

При решении задачи моделирования социальных сетей, рассмотренные отношения были взяты в качестве базовых. В результате было создано программное обеспечение, которое показывает не только автоматизированный процесс моделирования любой социальной сети, но и учитывает межличностные отношения и типы характеристики каждого агента сети (рисунок 2).

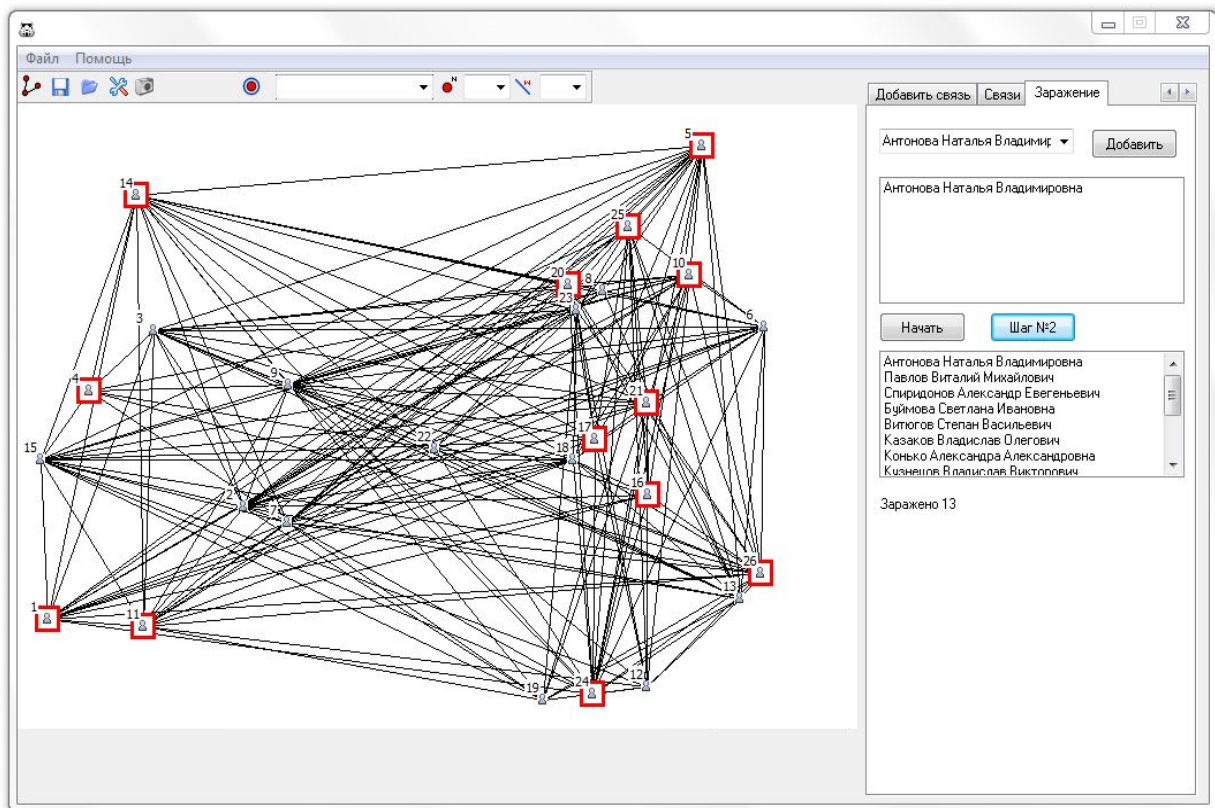


Рисунок 2 – Главное окно программы

С помощью разработанного программного обеспечения возможно изучать процессы распространения информации в отдельных группах, рассматривать большие социальные сети и связи внутри них, а так же рассматривать взаимодействие между отдельными группами.

Библиографический список

1. Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства/ Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили. - М.: Издательство физико-математической литературы.- 2010.
2. Юнг, К. Г. Психологические типы/ под ред. В. Зеленского; пер. С. Лорие. - СПб.: Азбука.- 2001.
3. Седых Р.К. Информационный психоанализ. / Р.К Седых. Соционика как метапсихология.- М.: Менатеп – Траст, 1994.- 256 с.
4. Монастырский Л. М. Роль научных и вненаучных знаний в развитии концепций современного естествознания / Л.М. Монастырский // Успехи современного естествознания», № 11.- 2006 г.
5. Аугустинавичюте А. Теория интертипных отношений / А Аугустинавичюте. Соционика: Введение// Сост. Л. Филиппов.- М.: ООО "Фирма «Издательство АСТ»; СПб.: Terra Fantastica, 1998.- 448 с.- С. 194-306. ISBN 5-237-00708-2 (АСТ) ISBN 5-7921-0163-9 (TF).
6. Гуленко В.В. Менеджмент слаженной команды: Соционика и социоанализ для руководителей.- Новосибирск: РИПЭЛ, 1995, 192 с.; 2-е изд.: М., "Астрель"- 2003 г.

УДК 004.42:621.76

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

Мартусевич Е.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Буинцев В.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, www.nscnvkz@mail.ru*

В связи с изменяющейся экономической ситуацией и с учётом непостоянных условий курсов валют, повышением цен на различные товары и услуги одной из важных задач является экономия денежных средств, за счет рационального их использования, в частности внедрение и использование, более дешевых вариантов программного обеспечения, например, для контроллеров лифтов.

Ключевые слова: Лифт, здание, загруженность, текущий этаж, нужный этаж, алгоритм, последовательный, односторонний, двусторонний, демонстрация.

Предметом исследования является выбор оптимального варианта решения задачи по организации движения лифта с учётом специфики применения алгоритма движения и типа здания, благодаря анализу полученных данных с помощью созданного приложения. В ходе работы были изучены методы построения приложений с помощью прикладного программного обеспечения на основе языка Delphi. Созданное приложение будет полезно широкому кругу лиц для знакомства с принципами организации движения лифта, а также может быть внедрено на любом контроллере, в здании, где используется лифтовая кабина. Приложение позволяет моделировать любые ситуации использования лифта с возможностью настройки различных параметров здания и лифта. Демонстрация работы программы предоставляет любому пользователю оценить работу всех вариантов алгоритмов движения лифта и посодействует в выборе самого оптимального варианта для конкретных нужд.

В данной работе будет рассмотрено приложение, в котором предложено три варианта организации движения лифта [1] с использованием следующих *параметров*:

Тип здания:

а) *жилое* здание - в жилом здании лифт в основном движется с какого-либо этажа на первый или с первого на нужный;

б) *офисное* здание – лифт перемещается не только с первого этажа на нужный и наоборот, но и на промежуточные этажи.

Тип загрузки (частота появления человека на этаже):

- *малая* (88сек / чел);

- *средняя* (44сек / чел);

- *высокая* (33сек / чел).

Здесь учитывается количество людей в единицу времени (сек.), которые хотят воспользоваться лифтом.

Тип алгоритма: последовательный, односторонний и двусторонний.

Последовательный тип алгоритма представляет собой самый простой вариант. Лифт перемещается последовательно от вызова к вызову, не останавливаясь на промежуточных этажах.

Односторонний вариант алгоритма подразумевает, что лифт, доехав на нужный этаж и забрав пассажиров, может останавливаться на промежуточных этажах, если пассажиры желают ехать в том же направлении, что и лифт на текущем вызове.

Двусторонний вариант алгоритма дает возможность лифту во время движения на вызов останавливаться на промежуточных этажах, если пассажиры желают ехать в том же направлении, что и лифт.

Другие параметры модели:

а) *количество этажей* – количество этажей в здании.

б) *вместимость лифта* – количество пассажиров, которое лифт может перевозить за раз.

в) *время движения кабины между этажами* – время, за которое лифт перемещает пассажиров на высоту одного этажа.

г) *время входа/выхода пассажира в кабину* – время, которое 1 пассажир тратит, чтобы переместиться из кабины лифта на площадку этажа и наоборот.

Интерфейс программы учитывает все варианты настроек моделирования лифта, визуально отображает движения лифта и сопутствующие данные. Предоставляет информацию о вызовах. Выводит результат работы приложения, а, в частности минимальное, среднее и максимальное время ожидания пассажиров. По полученным средним значениям делаются выводы об эффективности работы алгоритма. Таким образом, главный критерий оценки работы алгоритма представляет собой время ожидания пассажира лифтовой кабины. Чем меньше значение, тем лучше работает алгоритм.

В Delphi имеется множество predefined классов. *Класс* – это тип данных, определяемых пользователем. Данное приложение разработано на основе созданного класса лифта [2].

Для разработки системы создана процедура генерация вызовов пассажиров [3].

Генерация вызовов происходит, в том случае, если генерирующий таймер достиг установленного значения загруженности (попал в заданный интервал частоты появления пассажира на этаже). Далее увеличивается переменная размерности, которая нужна для того, чтобы удалять обработанные вызовы, добавлять новые и правильно выводить список вызовов. Генерируются значения вызовов и целевые этажи для жилого или офисного здания в зависимости от того, что выбрано в настройках приложения в диапазоне от 1 до указанного количества этажей в здании. Если сгенерировались одинаковые значения, изменяется целевой вызов, так как пассажир не может ехать с текущего этажа на этот же самый. Пока таймер генерации активен, продолжается генерирование значений.

После получения новых вызовов необходимо начать их обрабатывать. Первым делом лифту следует двигаться до нужного вызова. В начале работы приложения лифт находится в исходном положении. После получения вызова, лифтовая кабина движется на нужный этаж. Если текущий этаж равен нужному, то кабина лифта приехала на вызов. Если текущий этаж меньше нужного, то увеличивается текущий этаж до нужного до тех пор, пока кабина не достигнет нужного этажа. И наоборот, если текущий этаж больше нужного, то текущий этаж уменьшается до нужного до тех пор, пока кабина не достигнет нужного этажа.

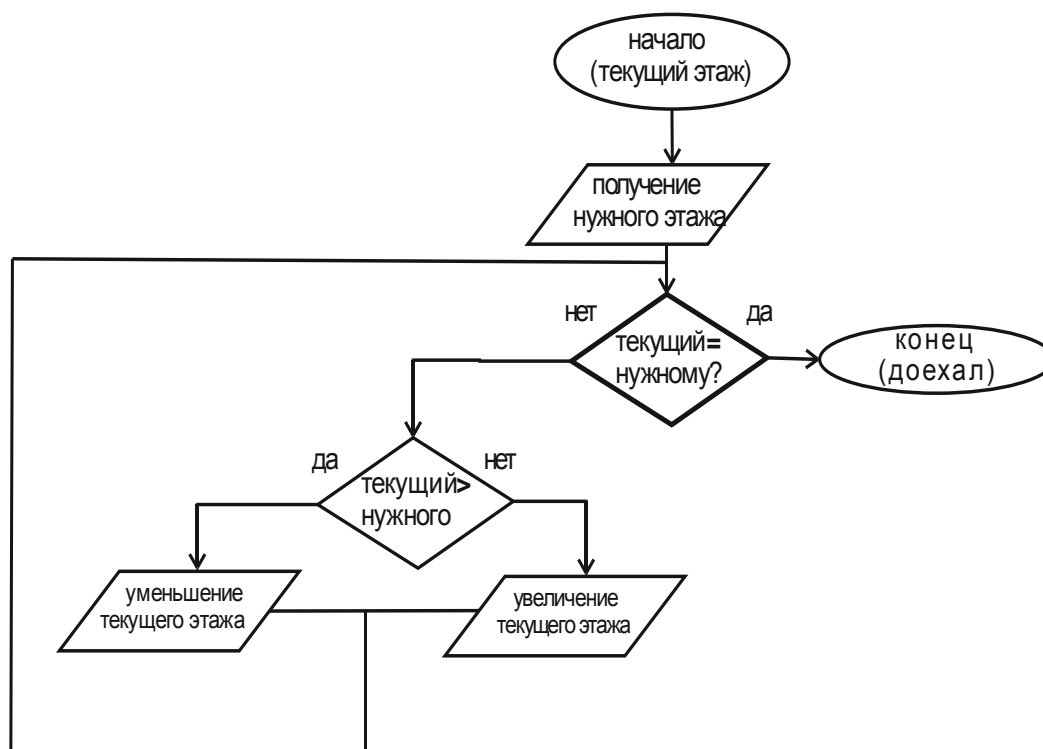


Рисунок 1 - Алгоритм движения до нужного вызова

При достижении лифтом нужного этажа, осуществляется проверка на то, сколько пассажиров ожидает лифт на текущем этаже. Просматривается массив вызовов, если есть пассажиры на этом этаже, то пассажиры помещаются в лифт с учётом грузоподъёмности. Когда лифт забрал пассажиров необходимо выбрать следующее направление движения кабины, для этого получается целевой этаж, куда начнут движение пассажиры лифта. Далее определяется, сколько из находящихся в лифте пассажиров едут на один и тот же этаж. Пассажиры движутся до первого назначенного этажа из массива вызовов, где и определяется, сколько пассажиров высаживать. Количество людей в лифте и размерность вызовов уменьшаются. Обработанные вызовы удаляются, и происходит расчёт среднего времени ожидания пассажиров, воспользовавшихся лифтом. Оставшиеся вызовы обрабатываются таким же образом. В процессе работы приложения были получены результаты, которые подверглись анализу.

Для анализа были использованы следующие исходные данные:

- Количество этажей - 10 этажей.
- Вместимость лифта - 4 человека.
- Время движения между этажами - 10 секунд.
- Время входа/выхода человека из кабины - 2 секунды.
- Скорость работы лифта – 1 секунда.
- Слабая загруженность - 88 сек. / на чел.
- Средняя загруженность - 44 сек. / на чел.
- Высокая загруженность - 33 сек. / на чел.

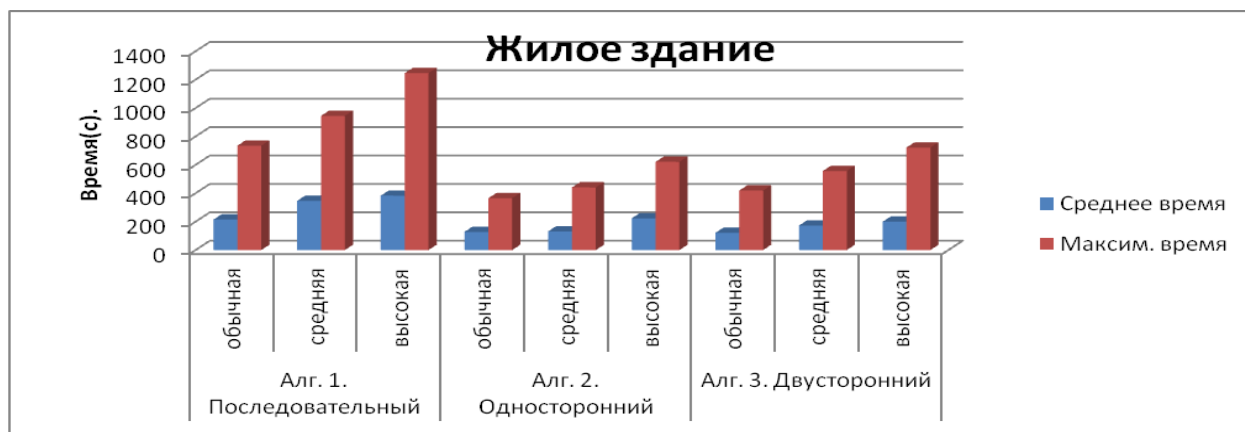


Рисунок 2 - Результаты исследования алгоритмов. Жилое здание

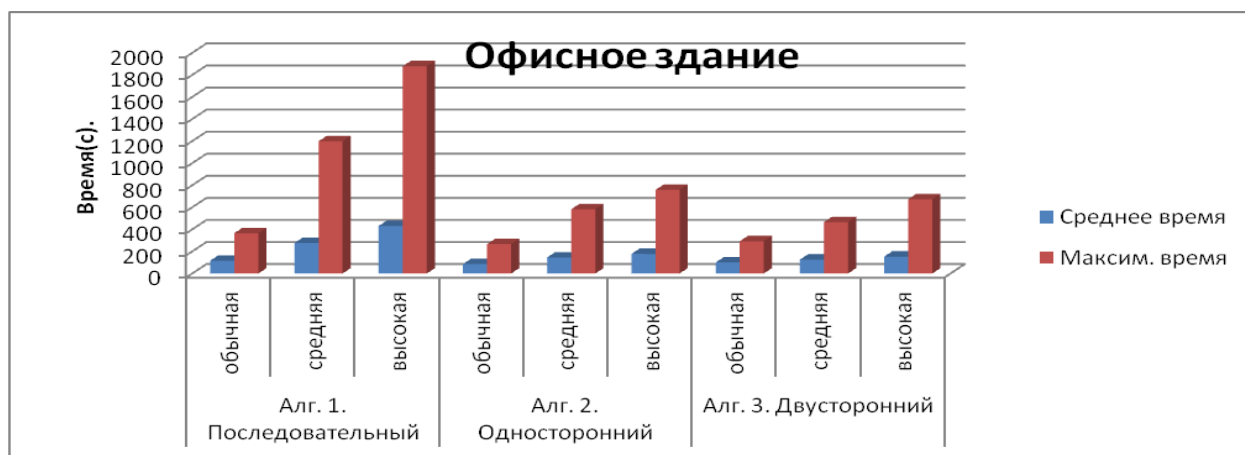


Рисунок 3 - Результаты исследования алгоритмов. Офисное здание

Разработанное приложение, моделирующее движение лифта и полученные результаты, позволяют сделать вывод об эффективности и применимости представленных алгоритмов [4]. Приложение может быть переведено на низкоуровневый язык и внедрено на контроллер любого лифта, что позволит сэкономить на программном обеспечении лифта и уменьшить стоимость продукции.

В жилом здании и офисе при всех вариантах загруженности двусторонний алгоритм движения лифта показал самое минимальное среднее время ожидания лифта, несмотря на то, что двусторонний алгоритм позволяет лифту останавливаться на все попутные вызовы, если пассажиры желают ехать в том же направлении, что и кабина лифта, а это занимает время с учетом как входа человека в лифт, так и выхода из него. Следовательно, такой алгоритм допустимо использовать в действительности в любом типе здания. Однако потребность такого алгоритма в жилом здании минимальна, так как загруженность настоящего жилого здания крайне мала. В жилом здании значительно лучше задействовать последовательный или односторонний варианты алгоритмов. Другое дело использовать двусторонний вариант алгоритма в офисном здании, где высокая загруженность это нормальное состояние.

Библиографический список

1. Наумов Л.А. Искусство программирования лифта. Объектно-ориентированное программирование с явным выделением состояний.-2003.- №6.- С.38-49.
2. Культин Н. Б. Основы программирования в Delphi: самоучитель-СПБ.: БХВ-Петербург, 2009.-640 с.
3. Дарахвелидзе П. Г., Марков Е. П. Программирование в Delphi 7-СПб.: БХВ-Петербург,2003.-784 с: ил.
4. Вирт Н. Алгоритмы и структуры данных / Пер. с англ.- М.: Мир, 1989.- 360 с., ил.

УДК 004.9:347.451:4

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ АГЕНТСТВА НЕДВИЖИМОСТИ В СИСТЕМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ»

Никулина Е.Г.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Буинцев В.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, www._girlmoon_@mail.ru*

Предложения о покупке, продаже или аренды квартиры пользуются большим спросом среди людей. Но если раньше люди покупали газеты и искали на их страницах объявления, то сейчас на смену им пришли сайты различных порталов недвижимости. Чтобы упростить поиск необходимого объекта недвижимости для клиента без расходов денежных средств и времени, было создано приложение на базе системы «1С: Предприятие», которое целесообразно предоставлять с помощью технологии 1С:Фреш.

Ключевые слова: «1С: Предприятие», агентство недвижимости, 1С:Фреш, механизм управления, поиск объектов, система, объекты конфигурации, источники данных, задачи, приложение, прикладное решение.

Успех любого предприятия, несомненно, связан с революционным прорывом новых технологий, в число которых постепенно вошло «облако». Развитие облачных технологий распространилось как среди IT – специалистов, так и в сфере малого и крупного бизнеса [1]. В свою очередь, агентства недвижимости ничем не хуже, чтобы предоставлять клиентам доступ к данным через интернет-сервис. Облачный сервис имеет ряд преимуществ: использует удаленный доступ; позволяет увеличить количество используемых приложений; обеспечивает экономию средств предприятия, так как сервис 1С:Фреш выгоднее использовать по сравнению с приобретением программных продуктов .

«Облако» является идеальным решением автоматизации для всех предпринимателей, которые ценят гибкость, мобильность и скорость работы. «Облачный» сервис представлен в режиме модели SaaS (Software-as-a-Service), что позволяет получить доступ к приложениям с компьютера или планшета при подключении к сети Интернет. Также пользователи могут работать одновременно с одними и теми же данными, находясь далеко друг от друга.

Фактически, подключаясь к сервису 1С:Фреш, с экономической точки зрения предприятия остаются в большом плюсе, так как при этом не нужен дополнительный сервер, специальное программное обеспечение и привлечение услуг опытного системного администратора.

На основе данного сервиса можно получить полноценную высокопроизводительную платформу для решения многих задач и возможности использования собственных конфигураций.

Прикладное решение позволяет решать такие задачи как:

1) Предоставление возможности, как физическим лицам, так и предприятиям на сервисе 1С:Фреш оставлять заявки или подбирать самостоятельно объект недвижимости;

2) Подбор объекта недвижимости по указанным параметрам клиента;

3) Заключение договоров по купле/ продаже/ аренде недвижимости.

Источником данных для системы являются справочники, регистры сведений, перечисления, планы видов характеристик [2].

В данной системе используются такие объекты конфигурации, как:

1) Справочники в системе «1С: Предприятие», необходимые для хранения и отображения информации: Клиенты – содержит информацию о клиентах, Сотрудники, Недвижимость, Дополнительные свойства недвижимости - дополнительный справочник, содержащий значения свойств недвижимости для создания характеристик объектов;

2) Документы в системе «1С: Предприятие» предназначены для содержания информации о заключенных договорах или оставленных заявках. В нашем решении существует четыре документа:

«Заявка Клиента Купля Продажа» - предназначен для создания заявки по параметрам.

«Договор Купля Продажа» - предназначен для создания заключения сделки вида купли/ продажи.

«Заявка Клиента На Аренду» - предназначен для создания заявки на совершение сделки аренды или прекращения аренды.

«Договор Аренда» - предназначен для создания заключения сделки вида аренды. Реквизит клиент необходим для записи клиента, который хочет заключить данный договор;

1) Перечисления в системе «1С: Предприятие» позволяют хранить информацию, которую нельзя изменить в процессе работы данного приложения. В данном решении определены такие перечисления, как Тип Недвижимости (Гараж, Жилая недвижимость, Коммерческая недвижимость), Вид

Сделки (Продажа, Купля, Аренда), Статусы Объекта (Доступен для аренды, Доступен для продажи, Заявка актуальна, Заявка Неактуальна, Арендован, Закрыт для операции), Вид Аренды (Аренда, Прекращение Аренды);

2) Планы видов характеристик в системе «1С: Предприятие» позволяет хранить информацию о свойствах объекта и о его характеристиках, если при заполнении отсутствует необходимая характеристика, то пользователь системы вправе добавить ее и указать тип. В нашем решении имеются Свойства Недвижимости, которые не имеют реквизитов и табличной части, заполняются при работе в приложении;

3) Регистры сведения в системе «1С: Предприятие» позволяют хранить данные по измерениям, ресурсам, а также по времени. Регистр «Значения свойств недвижимости» позволяет хранить информацию об объекте недвижимости, о принадлежащем ему виду свойства и значения. Регистр «Статусы объекта» хранит статус действия объекта по договорам. При добавлении объекта в базу данных, ему присваивается статус *доступен для продажи/ доступен для аренды*, при заключении договора аренды присваивается статус *арендован*, при купле или прекращении аренды - статус *закрыт для операции*. Регистр «Комиссионные с объекта» хранит значение комиссионных в пределах месяца. Регистр «Статусы заявок» хранит статус действия объекта по заявкам. При добавлении объект в базе данных, ему присваивается статус *заявка актуальна*, а при заключения договора на аренду этого же объекта недвижимости присваивается статус *заявка не актуальна*;

4) Регистры накопления в системе «1С: Предприятие» служит для накопления значений при проведении документа, осуществление движения документа. Регистр накопления «Процент со сделок» отражает информацию о документе - регистраторе, о виде сделки, о сотруднике, совершившим сделку, об объекте недвижимости, о размере сумме комиссионных и о сумме произведенной сделки, а также позволяет устанавливать моменты времени, в которые производились данные сделки;

5) Отчеты в системе «1С: Предприятие» позволяют отображать всю информацию, дать полные представления о совершенных сделках, об объектах недвижимости, о сотрудниках, о сумме сделки и о цене на недвижимость: «Реестр сделок», «История операций с объектами», «История заявок»;

6) Роли в системе «1С: Предприятие» необходимы для разграничения прав доступа к объекта конфигурации (чтение/ редактирование/ просмотр/ изменение): Администратор – доступны все права ко всем объектам, Сотрудник Агентства - имеет доступ к объектам конфигурации, которые необходимы для обслуживания клиентов, может редактировать и просматривать доступные ему для использования объекты информационной базы, делать пометки на удаление, Руководитель – просмотр, чтение, использование объектов.

Для реализации данного проекта выбрана система 1С: Предприятие, для которой необходимо предоставить диаграмму деятельности для дальнейшей разработки приложения (рисунок 1).

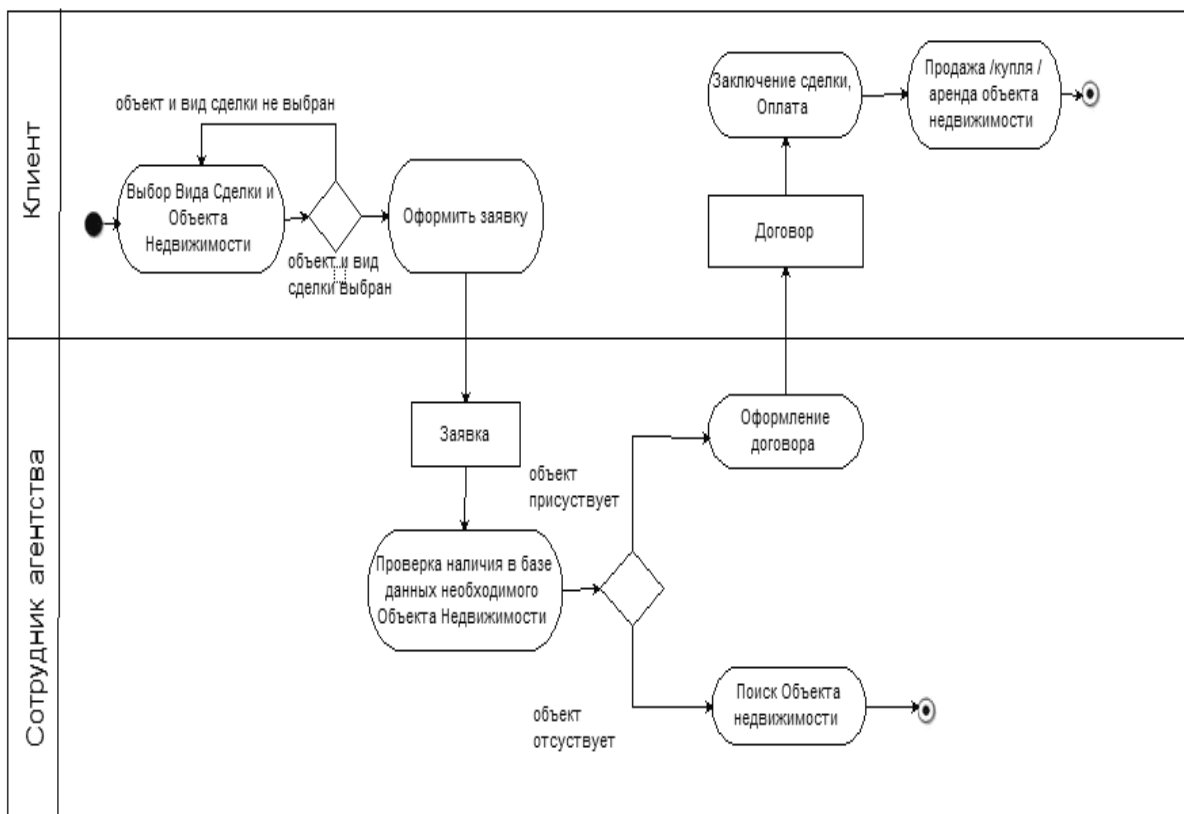


Рисунок 1 - Диаграмма деятельности приложения для Агентства Недвижимости

Для данной программной реализации приведена ER - диаграмма, в которой присутствуют как сущности и ее атрибуты, так и связи между ними (рисунок 2).

Сущности и ее атрибуты: Клиент (Идентификатор, ФИО, Телефон), Недвижимость (Тип недвижимости, Адрес), Заявка (Сотрудник, Клиент, Объект недвижимости), Договор (Вид сделки, Сумма сделки, Цена объекта, Комиссионные), Сотрудники агентства (Должность), Отчеты.

Связи в данной ER – диаграмме:

Клиенты - продать/ купить/ арендовать – Недвижимость;

Клиенты – оставляют – Заявку;

Клиенты – заключают – Договор;

Сотрудники агентства – принимают – Заявка;

Сотрудники агентства – составляют – Договор;

Сотрудники агентства – формируют – Отчеты.

В зависимости от требований заказчика и специфики его деятельности, на базе системы «1С: Предприятие» можно разработать приложение, которое позволит быстро решать необходимые задачи. К примеру, данное приложение может быть внедрено в Агентство недвижимости, которое позволит сотрудникам быстро принимать заявки от клиентов, подбирать необходимый им вариант для аренды или покупки недвижимости, заключать договора и составлять отчеты.

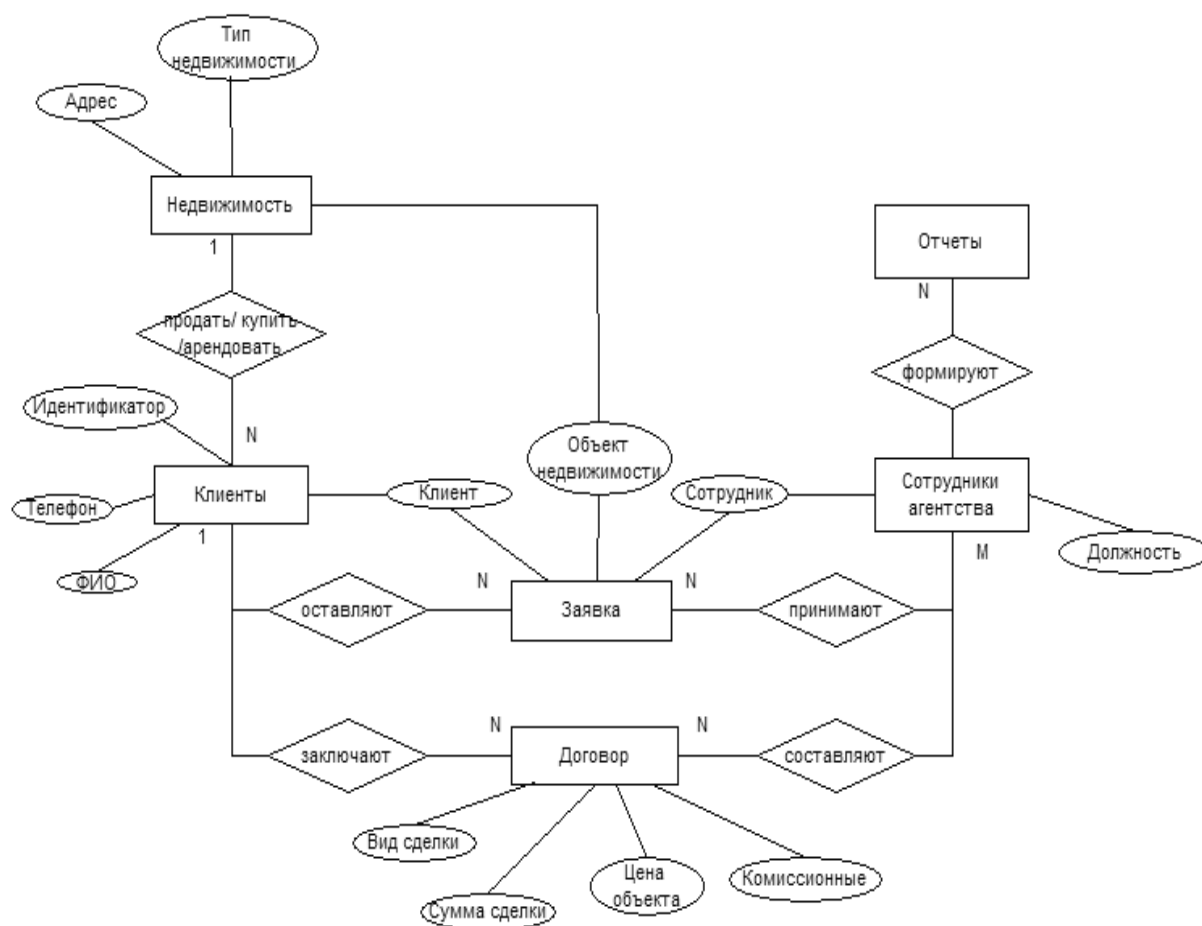


Рисунок 2 – ER-диаграмма для Агентства Недвижимости

Сервис 1С (SaaS) предоставляет доступ в течение 24 часов 7 дней в неделю, по сути, такую надежность не сможет гарантировать даже собственный сервер. Хранение данных безопасно, так как присутствует защита от несанкционированного доступа, и владельцы предприятий могут не беспокоиться за свою клиентскую базу. Таким образом, облачные технологии в скором времени могут стать отличной альтернативой программному комплексу «1С: Предприятие».

Библиографический список

1. 1С в «облаке» – современная тенденция [Электронный ресурс]: – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://x1c.ru/1c-в-облаке/> свободный доступ. Дата обращения: 01.03.2015.
2. 1С: Предприятие 8 [Электронный ресурс]: – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.v8.1c.ru/> свободный доступ. Дата обращения: 01.03.2015.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДЕФЕКТОВ РЕЛЬСОВ

Кочев П.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук Трофимов В.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: trofimov_vbt@mail.ru*


В данной работе рассматривается прикладная задача построения интеллектуальной автоматизированной системы распознавания поверхностных дефектов рельсов. Предложена система распознавания, основанная на экспертных информационных технологиях. Выполнено компьютерное моделирование, позволяющее оценить эффективность предлагаемого подхода.

Ключевые слова: распознавание, интеллектуальная система, качество рельсов.

Создание системы распознавания поверхностных дефектов рельсов включало выполнение следующих этапов: описание проблемной ситуации, извлечение знаний, структурирование и формализация знаний, программная реализация, моделирование и натурные испытания системы. В качестве основных методов извлечения знаний были использованы диалоги, дискуссии, интервью с экспертами (опытными операторами-контролерами), а также анализ текстов (ГОСТов, технологических инструкций, атласов дефектов). Эти методы позволяют осуществить перенос компетентности от эксперта к инженеру по знаниям.

На основе структурирования знаний [1-8] получена таблица, увязывающая типы дефектов с их характерным графическим изображением, морфологическими свойствами (цвет, блеск, гладкость, шероховатость поверхности, геометрическая форма), описанием микрошлифа, местом расположения (выкружка пера, перо, шейка, нижняя выкружка головки, боковая поверхность головки, верхняя выкружка головки, середина головки, верхняя выкружка головки, подошва) и характером их расположения (единично или группами), протяженностью, глубиной и генетическими признаками (причины возникновения).

Для формализации знаний была использована продукционная модель, фрагмент которой имеет следующий вид:

IF («характерное графическое изображение» = «», «цвет» = «темно-серый», «блеск» = «отсутствует», «поверхность дефекта» = «гладкая», «геометрическая форма» = «отслоение металла языкообразной формы, соединенное с основным металлом одной стороной», «описание микрошлифа» = «в зоне дефекта наблюдается окалина, металл обезуглерожен и окислен», «элемент профиля рельса, на котором располагается дефект» = «середина

головки рельса», «характер расположения» = «единично», «протяженность» = «от 200 до 300 мм», «глубина» = «от 0,5 до 6,0 мм», «причины возникновения дефекта» = «заворот корочки на поверхности непрерывнолитой заготовки», ...),

THEN («суммарная балльная оценка (СБО) возникновения плены» = «48 баллов», «СБО возникновения раскатанного пузыря» = «15 баллов», «СБО возникновения волосовины» = «15 баллов», «СБО возникновения риски» = «12 баллов», «СБО возникновения раскатанной трещины» = «12 баллов», «СБО возникновения рванины» = «10 баллов», ...).

Для программной реализации системы был выбран программный продукт Exsys CORVID, состоящий из среды разработки Development (блока «тип переменных», логического (производственного) и командного блоков) и среды исполнения Runtime (рисунок 1).

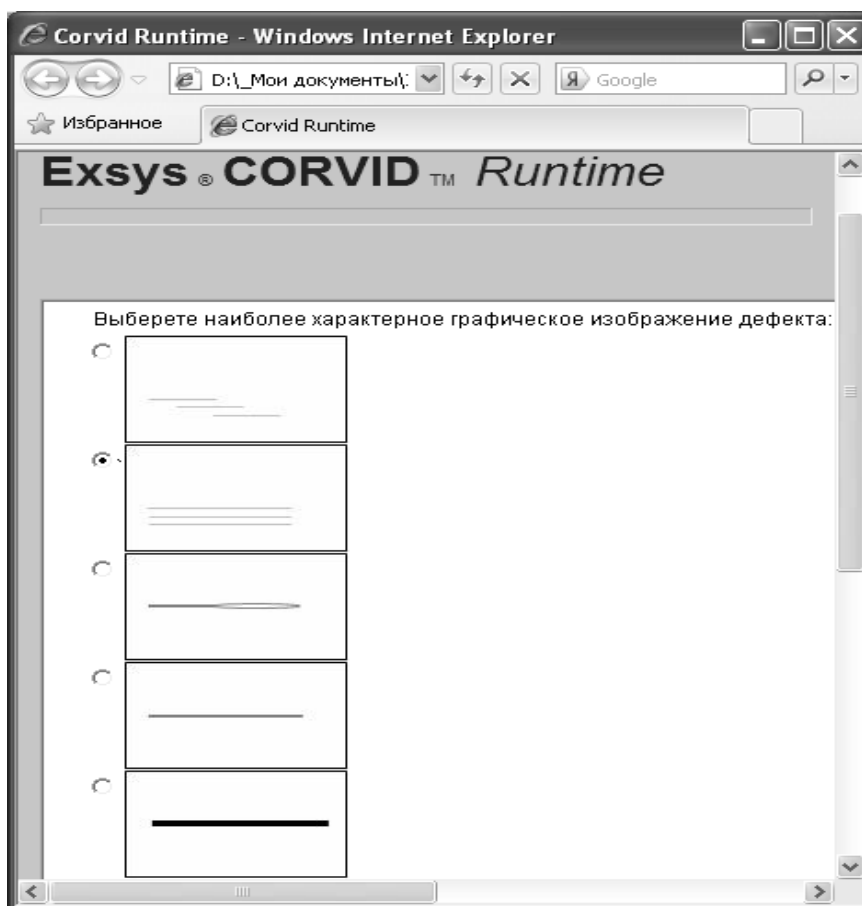


Рисунок 1 - Экранная форма интеллектуальной автоматизированной системы распознавания поверхностных дефектов рельсов

Моделирование системы осуществлялось с использованием натуральных объектов (рельсов ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК») и их цифровых отображений (видеоинформации в виде последовательностей кадров). Для каждой ситуации оператор-контролер визуально осматривая дефектный участок реального рельса и его цифровое изображение, очищенное путем бинаризации от фона и помех, отвечая на вопросы системы распознавания, получает суммарную

балльную оценку наличия конкретного дефекта.

Предлагаемая система расширяет функциональные возможности действующей автоматизированной системы неразрушающего контроля качества для линии по производству железнодорожных рельсов для высокоскоростных магистралей (ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»). Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-4068.2015.8.

Библиографический список

1. Трофимов В.Б. Интеллектуальные информационные системы и их применение/ В.Б. Трофимов // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника: Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции. - Новокузнецк: СибГИУ, 2014.- С. 202 - 209.

2. Трофимов В.Б. Прототипный подход к построению автоматизированных экспертных систем с многоструктурным распознаванием сложных образов / В.Б. Трофимов // Автоматизация в промышленности.- 2013. № 3. - С. 55 - 59.

3. Патент 2426069 Российской Федерации, МПК G01B 11/30, B21C 51/00. Способ неразрушающего контроля качества поверхности рельсов / В.Б. Трофимов, С.М. Кулаков - № 2010112763/28; заявл. 01.04.2010; опубл. 10.08.2011, Бюл. № 22 - 15 с.; 3 л.ил.

4. Industrial Intelligent Control Systems: Fundamentals and Applications / V.V. Trofimov, S.M. Kulakov // Automation, Control, and Information Technology - ACIT-CDA 2010: IASTED International Conferences.- Novosibirsk: ACTA Press, 2010.- P. 148 - 151.

5. Кулаков С.М. Интеллектуальные системы управления технологическими объектами: теория и практика / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов.- Новокузнецк: СибГИУ, 2009.- 223 с.

6. Кулаков С.М. О построении интеллектуальной системы контроля качества поверхности рельсового проката / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов // Металлургия: новые технологии, управление, инновации и качество: Труды Всероссийской научно-практической конференции.- Новокузнецк: СибГИУ, 2009.- С. 72 - 78.

7. Кулаков С.М. Интеллектуальная система распознавания поверхностных дефектов проката / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов, Н.Ф. Бондарь, С.В. Чабан // Информационные технологии.- 2008.- № 5.- С. 53 – 59.

8. Кулаков С.М. О построении интеллектуальной системы распознавания поверхностных дефектов проката / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов, Н.Ф. Бондарь, С.В. Чабан // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VI Всероссийской научно-практической конференции.- Новокузнецк: СибГИУ, 2007.- С. 394 - 401.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЙ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Ковалев Н.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Трофимов В.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: trofimov_vbt@mail.ru*

В данной работе рассматривается прикладная задача построения интеллектуальной автоматизированной системы диагностики состояний доменной печи. Для ее решения предложена структура системы диагностики, основанная на теории распознавания образов и динамических экспертных систем. Выполнено компьютерное моделирование, позволяющее оценить эффективность предлагаемого подхода.

Ключевые слова: распознавание, диагностика, интеллектуальная система, доменная печь.

Создание интеллектуальной системы диагностики состояний доменной печи включало выполнение следующих основных этапов: описание проблемной ситуации, извлечение знаний, структурирование и формализация знаний, программная реализация, моделирование с применением натуральных данных. В качестве методов извлечения знаний были использованы диалоги, интервью с экспертами, а также анализ ГОСТов, нормативной документации, технологических инструкций.

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: $W_K^D(t)$, $W_H^D(t)$, $U^D(t)$, $Y^D(t)$, $S^D(t)$ – действительные (D) значения векторов-функций контролируемых (K) и неконтролируемых (H) внешних воздействий, управляющих и выходных воздействий, состояний объекта управления в момент времени t ; $W_K^I(t)$, $U^I(t)$, $Y^I(t)$, $S^I(t)$ – измеренные (I) значения векторов внешних, управляющих и выходных воздействий, а также состояний объекта; $\tilde{Z}(t) = \{\tilde{W}_K(t), \tilde{U}(t), \tilde{Y}(t), \tilde{S}(t)\}$ – вектор оценок соответствующих переменных объекта управления; ИБ – интерфейсный блок; НИ – неинструментальная информация; СВУУ – связь с вышестоящим уровнем управления;

В предложенной системе (рисунок 1) использованы продукционные модели (правила) представления знаний типа «IF (условие), THEN (действие)», получившие наибольшее применение [1-3]. База знаний (БЗ) состоит из набора правил. Программа выбора правила для конкретной ситуации посредством их перебора называется решателем (машиной логического вывода), который работает циклически. В каждом цикле он просматривает существующие факты из базы данных о «ходе» доменного процесса и правила из БЗ, а затем их сопоставляет и выбирает единственное правило, после чего оно срабатывает.

На основе структурирования знаний получена таблица, увязывающая типы хода доменной печи (например, нормального хода печи, периферийного хода газов) с их характерными информационными признаками (например, расход дутья, шомпольные диаграммы, давление колошниковога газа).

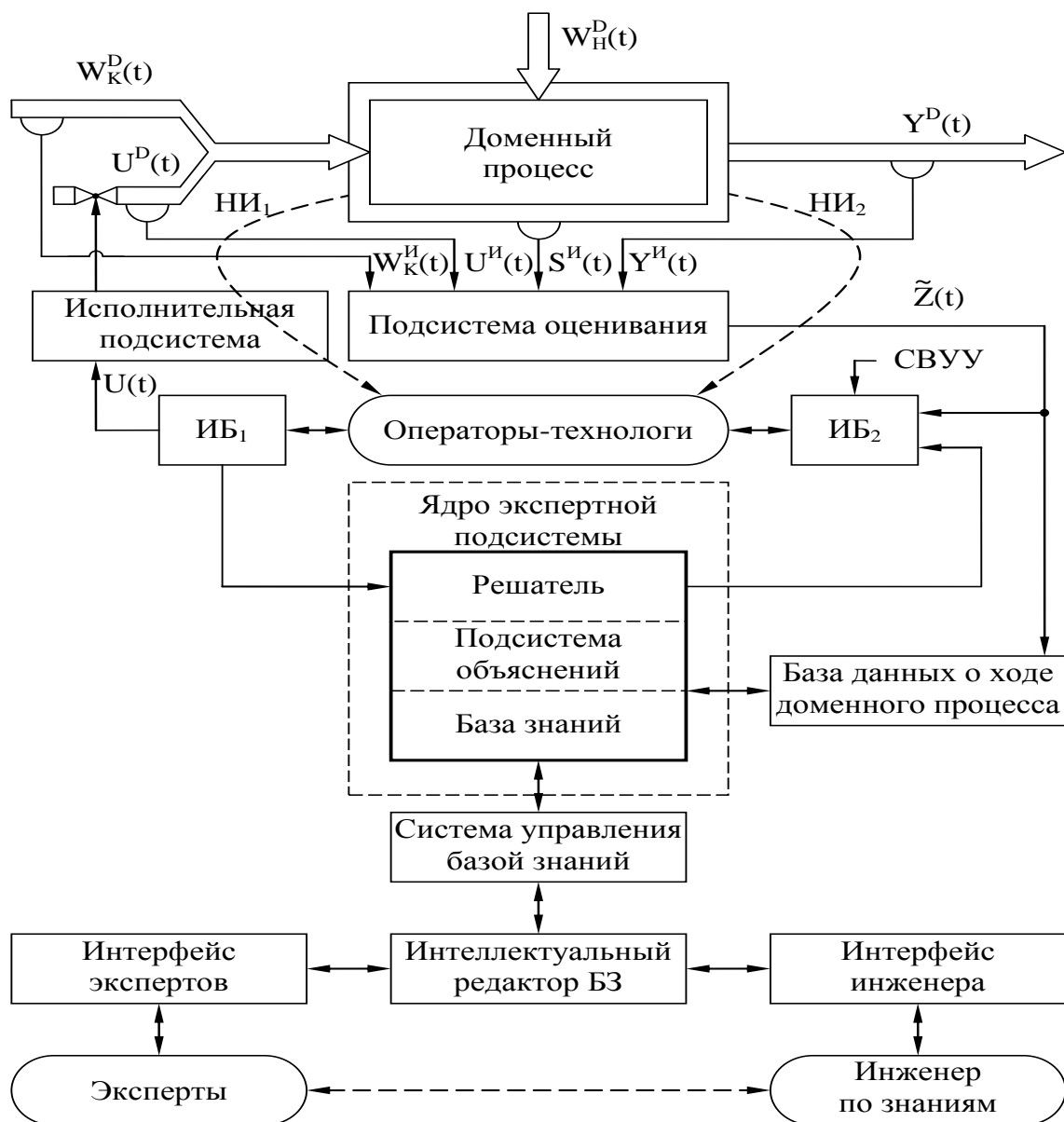


Рисунок 1 – Структура интеллектуальной диагностики состояний доменной печи и принятия решений

Программная реализация интеллектуальной системы диагностики хода доменной печи выполнена в среде Exsys CORVID (рисунок 2).

Для каждой ситуации оператор-технолог выбирая значения количественных и качественных информативных признаков и отвечая на вопросы экспертной подсистемы в диалоговом режиме, получает оценку вероятности возникновения конкретного хода доменной печи и рекомендации по принятию решения.

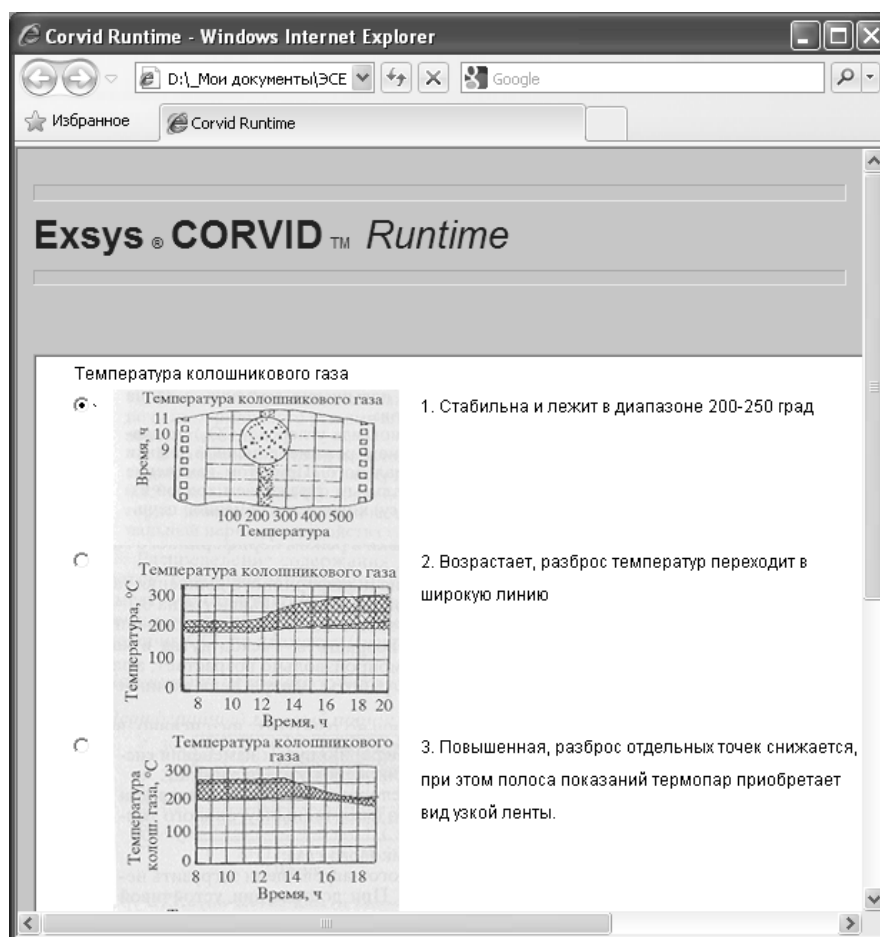


Рисунок 2 – Экранная форма интеллектуальной системы диагностики

Результаты моделирования работы интеллектуальной системы диагностики состояний доменной печи по ситуациям с использованием натуральных данных показали возможность достижения 95 ÷ 97 % правильности распознавания. Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ МК-4068.2015.8.

Библиографический список

1. Информационные системы в металлургии / Под ред. Н.А. Спирина – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2001.- 617 с.
2. Кулаков С.М. Интеллектуальные системы управления технологическими объектами: теория и практика / С.М. Кулаков, В.Б. Трофимов. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009.- 223 с.
3. Гулевич Т.М. Автоматизированный распределенный лабораторно-практический комплекс по информационно-измерительным технологиям / Т.М. Гулевич, П.А. Морозов, Г.В. Макаров, А.А. Федотов // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника: Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции.- Новокузнецк: СибГИУ, 2014.- С. 140 - 149.

ОБ ИНФРАСТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЯХ СИСТЕМ ОРГАНИЗАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Пургина М.В., Койнов Р.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: pur-11@yandex.ru*

В статье рассмотрена система организационного управления нового класса, функционирующая в условиях структурной неопределенности. На конкретном примере показана целесообразность изменения инфраструктуры информационно-управляющей системы.

Ключевые слова: система управления со структурной неопределенностью, системы управления с переменной структурой, ИТ-сервис, жизненный цикл сервисов, структура информационно-управляющей системы, простой стана.

К настоящему времени существует много исследований отечественных и зарубежных ученых, посвященных системам управления, функционирующим в условиях неопределенности, в том числе с изменяющейся структурой [1-6]. В этих работах, как правило, рассматриваются отдельные вопросы данной проблематики. Так, в широко известных работах С.В. Емельянова и его коллег [3], изменения происходят лишь в структуре управляющей части системы управления с переменной структурой (СПС), не затрагивая при этом структуру объекта управления.

Вследствие расширяющегося практического применения таких систем появилась необходимость в создании их теоретических основ. Новый класс таких систем далее авторы будут называть *системами управления со структурной неопределенностью* (СУ СНО). Эти системы отличаются от традиционных систем с переменной структурой (СПС) тем, что будущие структуры СУ СНО, а также процедуры их формирования/изменения и количество возможных структур заранее неизвестны (например, невозможно предугадать изменения в законодательстве, бизнес-требованиях или внешних факторах, которые необходимо будет отразить в действующем ИТ-сервисе).

Применительно к организационным системам управления жизненным циклом сервисов, представляемых в информационно-технологической сфере, концепция управления со структурной неопределенностью выглядит как вполне очевидная.

Приведем пример изменения структуры системы управления сервисами информационно-управляющей системы «АСУ ТП стана 450» и информационно-управляющей системы обжимного цеха, которое влияет на произ-

водственные показатели эффективности металлургического предприятия.

На рисунке 2 приведен график простоев стана 450, вследствие ручного ввода информации в базу данных о пришедших из обжимного цеха партиях проката (10-25 партий в сутки) за период с 01.04.2013-30.04.2013.



Рисунок 2 – Длительность простоя стана 450 из-за отсутствия данных о партиях поступающих заготовок

Из-за своевременного отсутствия данных об очередных партиях металла возникают задержки в работе прокатного стана. Вводимые данные включают в себя: профиль проката, сечение заготовок, марку стали, количество заказываемых заготовок по каждой марке стали, время начала прокатки данной партии.

Допустимый уровень простоев стана из-за ручного ввода данных составляет 0,8 мин./сутки. Из графика 2 видно, что фактические простои гораздо выше допустимых. Автоматизированное управление процессом прокатки существенно облегчает условия труда оперативного персонала прокатных станов и обеспечивает сокращение времени простоя стана. Ввиду этого предложен проект по смене структуры информационно-управляющей системы, представляющий собой канал связи, объединяющий локальные сети обжимного и среднесортного цехов предприятия.

На рисунке 3 приведен график посуточного простоя стана 450 после внедрения проекта с 01.06.2013 по 31.05.2013. Видно, что изменение структуры системы приводит к постепенному снижению показателя простоев стана до минимума, т.е. с 3,1 мин./сут. (18,9 часов/год) до 2,0 мин./сут. (12,2 часа/год), т.е. на 35,5 %, что соответствует $\Delta t = 6,7$ часа/год.



Рисунок 3 – Длительность простоя стана 450 после внедрения проекта
 На рисунке 4 представлена схема межцеховой информационной сети.

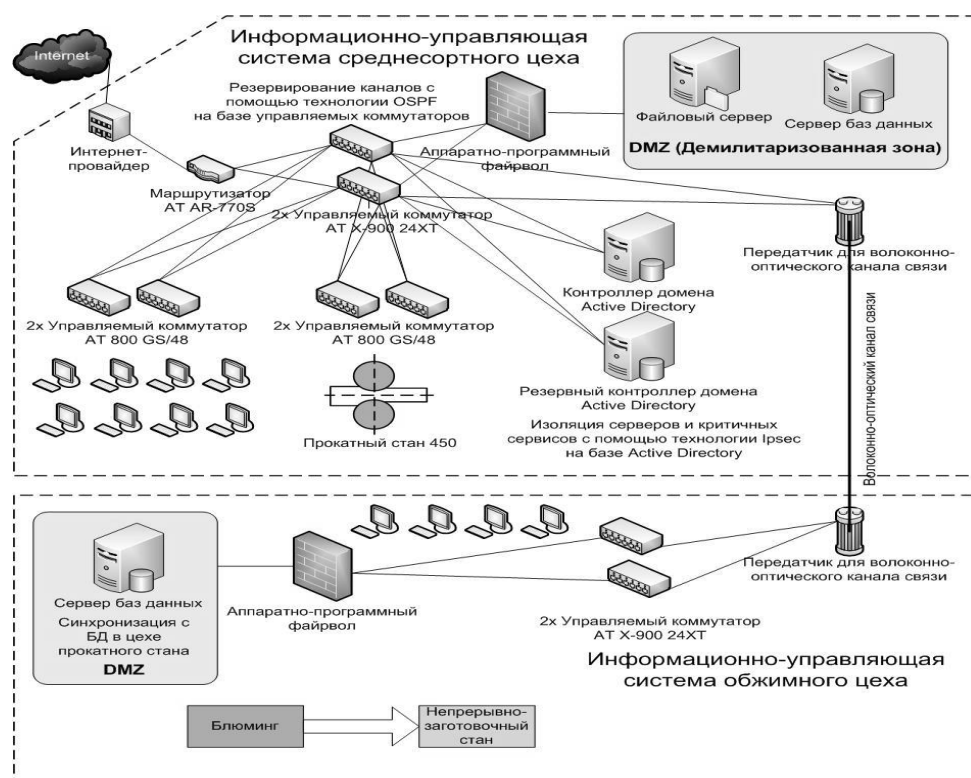


Рисунок 4 – Схема межцеховой сети, объединяющей обжимной и среднесортный цеха предприятия

Средняя производительность среднесортного цеха Пц составляет 180 т/час. Дополнительный выпуск продукции ДВП стана 450 после внедрения проекта по смене структуры информационно-управляющей системы составляет:

$$\Delta ВП = П_{ц} \cdot \Delta t = 180 \cdot 6,7 = 1\,206 \text{ т/год.} \quad (1)$$

Прибыль с тонны готовой продукции Ппр на стане 450 составляет 790 руб/т. Определим экономический эффект от смены структуры по формуле:

$$\mathcal{E} = \Delta ВП \cdot П_{\text{пр}} = 1206 \cdot 790 = 952\,740 \text{ рублей/год.} \quad (2)$$

Заключение.

В статье дано содержательное описание систем организационного управления со структурной неопределенностью. Приведены графики длительности простоев стана 450 до и после изменения инфраструктуры информационно-управляющей системы обжимного и среднесортного цехов.

Библиографический список

1. Петров Б.Н. Принципы построения и проектирования самонастраивающихся систем/ Б.Н. Петров, В. Ю.Рутковский, И.Н. Крутова, С.Д. Земляков -М.: Машиностроение,1972.- 259 с.
2. Мышляев Л.П. Системы управления со структурным разнообразием /Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин //Системы автоматизации в образовании науке и производстве: Труды IX Всероссийской научно-практической конференции. 28-30 ноября 2013 г. Новокузнецк: СибГИУ, 2013.- С. 7-12.
3. Емельянов С.В. Новые типы обратной связи: Управление при неопределенности / С.В.Емельянов, С.К. Коровин.- М.: Наука. Физматлит, 1997.- 352 с.
4. Мышляев Л.П. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х томах. Том 2: Системы автоматизации производственного назначения / Л.П.Мышляев, А.А. Ивушкин, Г.П. Сазыкин и др.; Под ред. Л.П. Мышляева.- Новосибирск: Наука, 2006.- 483 с.
5. Рей, У. Методы управления технологическими процессами/ У. Рей. - М.:Мир, 1983.-368 с.
6. Шидловский С.В. Автоматическое управление. Перестраиваемые структуры/ С.В Шидловский.- Томск: Томский государственный университет, 2006.- 288 с.

УДК 004.42

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ ЛИЧНОГО ВРЕМЕНИ

Милованова А.М., Милованов М.М.

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mirovan@narod.ru*

В статье описывается опыт создания приложения для мобильных устройств. Дана характеристика разрабатываемого приложения, выделена

предметная область, определены задачи, решаемые с помощью данного приложения.

Ключевые слова: программирование, мобильные приложение, Android.

В современном обществе, а в частности у студентов, существует проблема недостаточности самоорганизации. Одной из причин этого является то, что студент не всегда знает об изменении расписания учебных занятий, о проведении дополнительных мероприятий, семинаров, конференций, вследствие чего студентам трудно ориентироваться во времени. Еще одна причина - это отсутствие удобной системы оповещения об изменениях в расписании и о других новостях, из-за чего человек может пропустить важное мероприятие или опоздать на него [1]. Чтобы устранить данные причины, было принято разработать приложение, которое объединяет расписание учебных, дополнительных занятий студента, информацию о конференциях, семинарах в одно и создать систему оповещения.

Определим роли в данной системе (рисунок 1):

1. Пользователь - активный актер, которому доступны все функции приложения [2].

2. Сервер - пассивный актер, который предоставляет необходимые данные пользователю.

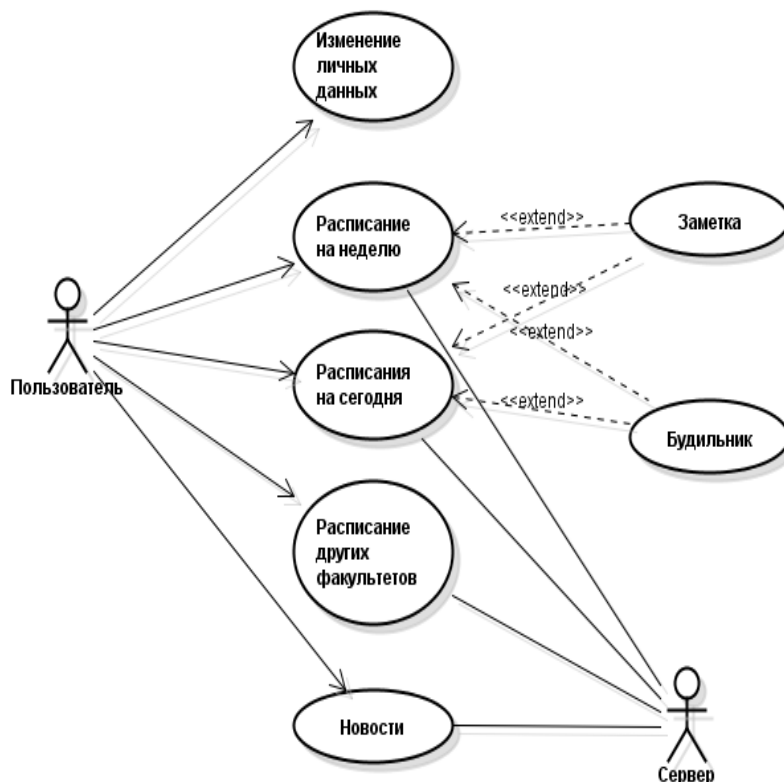


Рисунок 1 - Use Case диаграмма проекта

Определим функциональные требования для каждой роли (таблица 1).

Таблица 1 - Функциональные требования

Роль Пользователь	Роль сервер
Изменение личных данных	Расписание на неделю
Расписание на неделю	Расписание на сегодня
Расписание на сегодня	Расписание других факультетов
Расписание других факультетов	Новости
Новости	
Заметка	
Будильник	

Обмен данными между приложением и сайтом с расписанием может осуществляться по форматам обмена данными - JSON или XML. Реализована также функция парсинга самой HTML страницы и поиск на ней информации о событиях и времени.

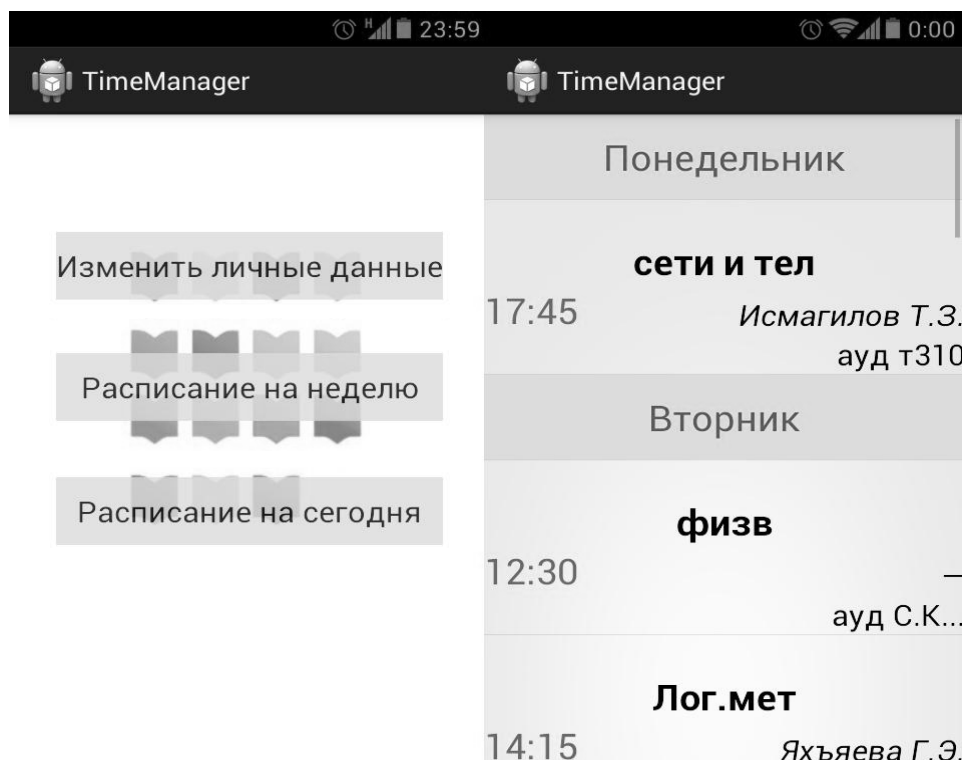


Рисунок 2 - Визуальный интерфейс приложения

Разработанное мобильное приложение - планировщик времени для студентов включает в себя несколько окон (рисунок 2): расписание на неделю с учетом всех занятий студента, с возможностью редактирования дополнительной информации о событии и добавления заметок; новостную ленту с информацией о предстоящих мероприятиях и изменениях в расписании занятий; расписание на текущий день с возможностью использования дополнительных функций телефона – будильника, оповещающего перед началом мероприятия [3].

Библиографический список

1. Милованов М.М. Современные подходы к моделированию и анализу бизнес-процессов предприятия [Электронный ресурс]//«Управление экономическими системами. Электронный научный журнал», 2011, №11. -Режим доступа: <http://www.uecs.ru/>.

2. Милованов М.М. Разработка инструментальной системы имитационного моделирования бизнес-процессов предприятия. Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии труды 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Новокузнецк, 2011.- С. 262-266.

3. Милованов М.М. Информационные технологии. Электронный учебно-методический комплекс / Сибирский государственный индустриальный университет. Новокузнецк, 2014.

УДК 004.42

МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ СКЛАДСКОГО УЧЕТА

Береснев И.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: beresnev.iv@gmail.com*

Работа посвящена преодолению проблемы низкой эффективности торговли и складского учета в магазине СЦ «Первомастер». Проведен анализ действующей системы с выделением недостатков функционирования и предложены варианты модернизации данной системы для улучшения оперативности и эффективности.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, учет, склад, СЦ «Первомастер», логистика, модернизация.

Целесообразность совершенствования автоматизированной системы управления складом обуславливается завышенной длительностью оборота товаров в магазине – 30 дней, большой площадью складского помещения, а также большим количеством номенклатурных позиций, насчитывающих свыше 10000 наименований.

Основной задачей данной системы является автоматизация складского учёта. Оперативный учет хозяйственных процессов составляет от одного до нескольких дней и включает регистрацию событий, например, оформление и мониторинг выполнения заказов, приход и расход материальных ценностей на складе и т. д. Эти задачи имеют итеративный, регулярный характер, выполняются непосредственными исполнителями хозяйственных процессов

(операторами, логистами, кладовщиками, администраторами и т.д.) и связаны с оформлением и пересылкой документов в соответствии с четко определенными алгоритмами. Результаты выполнения хозяйственных операций регистрируются в соответствующих журналах.

Объектом информатизации является магазин СЦ «Первомастер» — строительный центр уникального торгового формата (PROFESSIONAL + DIY).

Программной платформой, которую используют в данной организации для автоматизации различных процессов, является Microsoft Business Solutions–Axapta (MBSA). Данная система обеспечивает функциональность ежедневного складного учета, включая регистрацию заказов, выполнение закупок, контроль и проведение складных операций, управление складом, работу со спецификациями, а также анализ и планирование товарно-материальных потоков. Учет в системе отраслевых особенностей обеспечивается в соответствии с требованиями конкретной организации путем модификации стандартных модулей. Вся система построена по модульному принципу, модули которой представлены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Главное меню с модулями системы MBSA

Недостатки существующей информационной системы снижают оперативность получения актуальной информации, приводят к пересортице, недостаткам товара, что все вместе снижает прибыль организации. К ним относятся:

- Периодические случаи нехватки востребованного товара, поскольку прогноз продаж и закупок в системе задается эвристически. Это приводит к затруднениям при выставке и хранении товара и является неэффективным сводным планированием.

- Возможность оперативного получения информации о количестве доступного товара в магазине и его цене из-за отсутствия соответствующих

полей в основной таблице (рисунок 2). Необходимо открывать дополнительные оконные формы (рисунок 3) и искать нужную информацию, на что уходит немало времени, особенно у неопытного пользователя.

- Отсутствие контроля складских ячеек. При перемещении товара из-за человеческих факторов и длительности процедуры переноса возникают случаи, когда в одной ячейке стеллажа виртуально размещено несколько паллет товара, что физически невозможно. Вследствие этого возникают расхождения наличий товара в системе и на складе, что приводит к пересортице и недостачам.

Номенклатура	Название номенклатуры	Краткое наименование	Ном. группа	Тип	Старый артикул
000-000-063	Карта	Карта			
000-000-119	Лопата TRAMONTINA аз	Лопата TRAMONTINA Аскла	Товары	Номенклатура	
000-000-120			Товары	Спецификация	01-01-0078
000-000-167	Грабли TRAMONTINA14зш	Грабли TRAMONTINA14зш	Товары	Номенклатура	01-01-0080
000-000-168	Грабли веерные TRAMONTINA	Грабли веерные TRAMONT	Товары	Номенклатура	01-01-0081
000-000-204	Ножницы BRIGADIER для стриж...	Ножницы BRIGADIER для с...	Товары	Номенклатура	01-01-0005
000-000-205	Секатор дугообразный BR1054-G	Секатор дугообразный В	Товары	Номенклатура	01-01-0006
000-000-206			Товары	Номенклатура	01-01-0007
000-000-208	Ножовка садовая BRIGADIER ск...	Ножовка садовая BRIGADIER ск...	Товары	Номенклатура	01-01-0009
000-000-209	Сукорез TRAMONTINA складной	Сукорез TRAMONTINA Аск	Товары	Номенклатура	01-01-0085
000-000-210			Товары	Номенклатура	01-01-0096
000-000-254	инвентарь_3 000-000-264 сад_2 0...	инвентарь_3 000-000-264 сад_2 0...	Товары	Номенклатура	
000-000-265	инвентарь_3 000-000-265 12 сад...	инвентарь_3 000-000-265 12 сад...	Товары	Номенклатура	
000-000-277			Товары	Номенклатура	
000-000-279			Товары	Номенклатура	
000-000-283	Набор инструментов BRIG	Набор инструментов BRIG	Товары	Номенклатура	01-01-0002
000-000-284			Товары	Номенклатура	01-01-0011
000-000-285	Заступ BRIGADIER с граблями...	Заступ BRIGADIER с граб...	Товары	Номенклатура	01-01-0015
000-000-286			Товары	Номенклатура	01-01-0025
000-000-287	Лопатка пересадочная BRIGADIER	Лопатка пересадочная В	Товары	Номенклатура	01-01-0026
000-000-288	Культиватор 3х зубый BRIGADIE...	Культиватор 3х зубый ВР	Товары	Номенклатура	01-01-0027
000-000-289	Заступ BRIGADIER с кирочкой зр...	Заступ BRIGADIER с кироч...	Товары	Номенклатура	01-01-0028
000-000-290	Совок садовый BRIGADIER хро...	Совок садовый BRIGADIER хро...	Товары	Номенклатура	01-01-0029
000-000-291			Товары	Номенклатура	01-01-0030
000-000-292	Совок садовый BRIGADIER хро...	Совок садовый BRIGADIE	Товары	Номенклатура	01-01-0031
000-000-293	Лопатка пересадочная BRIGADIE	Лопатка пересадочная В	Товары	Номенклатура	01-01-0032
000-000-294	Культиватор 3х зубый BRIGADIE...	Культиватор 3х зубый ВР	Товары	Номенклатура	01-01-0033
000-000-295	Набор инвентаря LISTOK для ко...	Набор инвентаря LIST	Товары	Номенклатура	01-01-0041
000-000-296	Грабли TRAMONTINA малые с д...	Грабли TRAMONTINA малые	Товары	Номенклатура	01-01-0083

Рисунок 2 – Основная таблица запасов

Кол-во	Склад	Физ. нал.	Физ. зар.	Физ. дос.	Всего зак.	Зарезерв.	Доступно
Брак:000129	TEP_M	1,000		1,000			1,000
Брак:000130	TEP_M	2,000		2,000			2,000
Брак:000130	Вытрина						
Брак:000131	POL_M	1,000		1,000			1,000
Брак:000131	Вытрина	1,000		1,000			1,000
Норма							
Норма	ARH_M	57,000		57,000			57,000
Норма	KAM_WH	15,000		15,000	48,000		63,000
Норма	KIR_WH	34,000		34,000	15,000		49,000
Норма	KOM_M	99,000		99,000			99,000
Норма	KOM_ReWH						
Норма	LUG_WH	86,000		86,000			86,000
Норма	PAV_M	1,000		1,000			1,000
Норма	PAV_WH	40,000		40,000	6,000		46,000
Норма	POL_M						
Норма	PROK_M						
Норма	PROK_ReWH						
Норма	TEP_M	86,000		86,000			86,000
Норма	TEP_OpWH	408,000		408,000			408,000
Норма	TEP_Брак						
Норма	Брак	2,000		2,000	3,000		5,000

Рисунок 3 – Таблица товара в наличии

Для устранения указанных недостатков системы предложены следующие решения:

- добавление полей в основную таблицу запасов, отображающих актуальную информацию о физическом наличии по программе выбранной единицы товара и его цене;

- выполнение анализа номенклатурных единиц с выявлением наиболее продаваемых позиций и определением критических уровней *min* и *max*; приближение количества товара к *min* уровню служит сигналом к его закупке в количестве, не превышающим *max* уровень;

- реструктуризация всех номенклатурных единиц базы данных с целью актуализации информации и оптимизации поиска;

- выполнение контроля складских ячеек с проверкой их доступности при выборе и отказывая выполнять перемещение, если ячейка занята, оповестив соответствующим сообщением пользователя.

УДК 004.42:614.1

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА И ОБРАБОТКИ МЕДИКО-СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Пачковский П.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук Бабичева Н.Б.

*Муниципальное бюджетное учреждение здравоохранения особого типа
«Кустовой медицинский информационно-аналитический центр»,
г. Новокузнецк*

Данная работа выполнена в целях упрощения и автоматизации процессов, связанных со сбором медико-статистической информации, её передачей в базы данных аналитического центра, первичной обработкой и контролем правильности заполнения реквизитов.

Объект информатизации: система формирования, сбора и обработки информации, характеризующей состояние здоровья населения и работу лечебно-профилактических учреждений в целом.

Ключевые слова: АИС сбора и обработки, отдел обработки информации, медико-статистические данные.

Кустовой медицинский информационно-аналитический центр (МБУ ЗОТ «КМИАЦ») был основан с целью обеспечения комплексной информатизацией больниц и поликлиник, управления системой медицинской статистики города, контроля за исполнением муниципального задания всеми, без исключения, лечебными учреждениями города.

Ответственность за сбор, обработку и хранение поступающей в центр информации, а также предоставление различных статистических сводок ле-

жит на отделе информационной обработки.

Целевые группы пользователей: работники лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), ответственные за подготовку и передачу данных; сотрудники отдела обработки КМИАЦ.

Экономическая эффективность АИС достигается за счёт сокращения времени подготовки и передачи информации, её обработки и поддержания надлежащего качества.

На сегодняшний день действующая система сбора и обработки информации имеет ряд недостатков, представленных ниже:

- во-первых, система обрабатывает определённый формат данных (CSV) в устаревшей DOS-овской кодировке, что, в свою очередь, затрудняет формирование входных документов и, без того сложных, инструкций и форм;

- во-вторых, сформированная подобным образом информация передается в отделы обработки КМИАЦ, посредством электронной почты, что вызывает массу неудобств, связанных, например, с накоплением необработанных документов, которые кто-то еще должен вручную, отсортировать и распределить по задачам, что, по сути, не относится к должностным обязанностям сотрудников отдела;

- в-третьих, работники медицинских учреждений, обладая ограниченной ответственностью и заполняя документы по довольно сложным формам, довольно часто допускают некорректный ввод данных, что, в свою очередь, вызывает проблемы у работников информационного отдела, которые, для восстановления документов, вынуждены тратить время и повторно опрашивать отправителей некорректной информации.

Для устранения вышеописанных недостатков предлагаются следующие решения:

- 1) Разработка web-сервиса, благодаря которому сотрудники медицинских учреждений смогли бы подгружать «статистику» в общедоступном формате непосредственно в базы данных аналитического центра, редактировать и создавать файлы в офисных и доступных всем приложениях.

- 2) Разработка блока контроля, позволяющего осуществить первичную проверку документации и сократить, тем самым, исправляемые отделом ошибки.

В результате выполненных работ, была создана система со следующими функциями: импорт/экспорт медико-статистических данных, первичная обработка документов (сортировка), проверка правильности заполнения, отображения информации, характеризующей процессы загрузки/выгрузки данных.

Прототип системы представлен на рисунках 1 и 2.

Работа в системе для авторизованного пользователя- сотрудника ЛПУ начинается с загрузки страницы «Импорт данных» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Страница «Импорт данных» (прототип)

Страница «Просмотр импорта» содержит подробную информацию, о какой либо конкретной операции импорта, в том числе и информацию об ошибках обнаруженных системой, при проверке документов на правильность заполнения реквизитов.

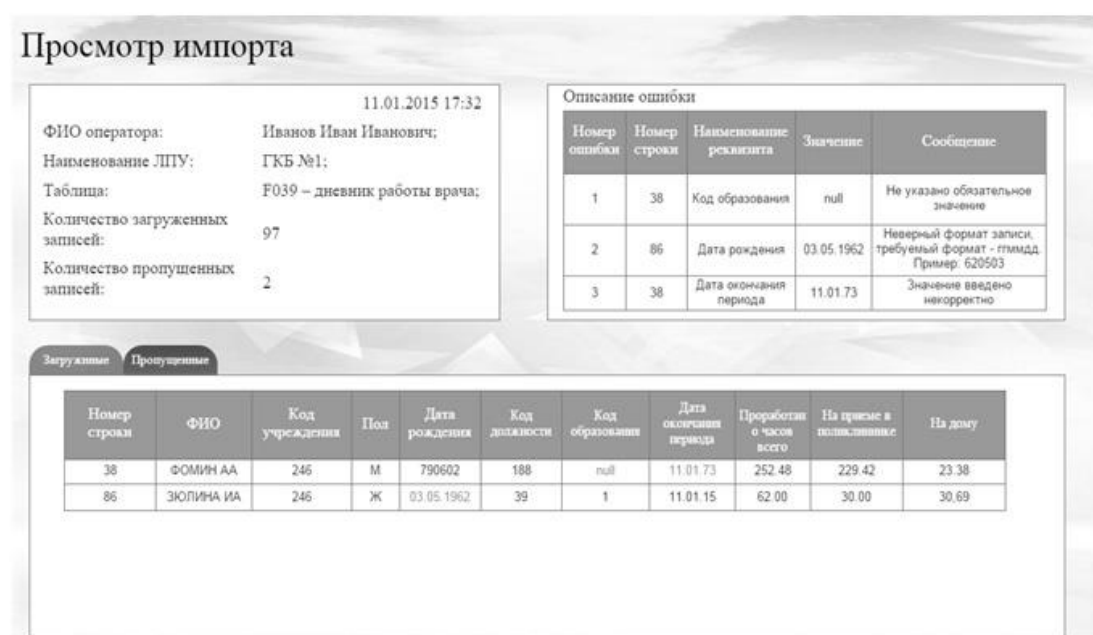


Рисунок 2 – Страница «Просмотр импорта» вкладка «Пропущенные записи» (прототип)

Вывод. Новая система сбора и обработки медико-статистических данных позволяет модернизировать действующую систему, улучшить качество поступающей в центр информации, и обеспечить пользователей современным интерфейсом, что в свою очередь повысит эффективность работы отдела информационной обработки, а вместе с ним и всего КМИАЦ.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК УНИВЕРСИТЕТА

Кириянов Р.Н.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Ramzes.23@mail.ru*

Данная работа выполняется в целях повышения конкурентоспособности университета среди ведущих научно–образовательных организаций, создания условий для реализации инновационных разработок и коммерциализации новых технологий, популяризации инновационной деятельности и изобретательства, эффективного использования инновационного потенциала ученых и преподавателей университета.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система учета, управление научных исследований, научно-практические разработки.

Большую роль в функционировании университета имеет управление научных исследований (УНИ), так как именно оно отвечает за сбор и обработку поступающей в центр информации о научно-практических разработках, а также координирует работу творческих научных коллективов.

Целевая аудитория системы представлена следующими группами пользователей: зарубежные и отечественные деловые партнеры; российское бизнес-сообщество; органы власти РФ; средства массовой информации (СМИ); научные сотрудники и преподаватели СибГИУ; бакалавры, студенты, магистранты, аспиранты и докторанты СибГИУ.

В настоящее время действующая система учета научно-практических разработок не лишена ряда недостатков, представленных ниже:

1) нет единого хранилища электронных вариантов документов, приходится тратить массу времени на поиск необходимого проекта или научно-практической разработки университета;

2) некоторые подразделения используют подручные средства для организации хранения и обмена документами, пересылают их по электронной почте, создают папки общего доступа и прочее;

3) в данный момент целевой аудитории пользователей системой управления научных исследований, представлен не полный объем разработок, имеющийся в базе университета;

4) нет системы анализа; нельзя проанализировать какие проекты или научно-практические разработки более рентабельны.

Выходом из сложившейся ситуации может быть создание автоматизированной информационной системы учета научно-практических разработок университета. Переход на новую систему должен кардинально изменить университетскую культуру работы с документами: он повысит исполнитель-

скую дисциплину; улучшит эффективность и качество труда сотрудников; исключит возможность дублирования и утери документов; уменьшит ряд накладных расходов; снизит непроизводительные затраты, связанные, например, с архивным поиском документов, передачей документов в дело, отслеживанием документов. Возможность оперативного отслеживания работ по выпущенным документам, эффективного планирования времени работников, централизованного накопления и хранения информации. Все это поднимает учет научной деятельности на новый уровень, дает возможность сотрудникам оперативно получать данные по интересующим их вопросу.

Основные этапы разработки представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Этапы разработки

№	Этап	Длительность (дн)	Содержание работ
1	Исследование	20	Исследование предметной области учет научных данных, обзор известных разработок.
2	Разработка технического задания на создание ПМК	5	Анализ формализация требования к ПМК для автоматизации учета данных научной работе в ВУЗе, планирование работ.
3	Разработка функциональной модели	95	Разработка основных функций.
4	Разработка пользовательского интерфейса	50	Разработка интерфейса пользователя для его взаимодействия с системой.
5	Технический проект	25	Предварительная разработка проекта.
6	Рабочий проект	35	Реализация рабочей версии АИС учета научно-практических разработок.
7	Тестирование и отладка программного обеспечения	30	Мероприятия по тестированию и отладке.
8	Интеграция разработанной системы	6	Внедрение.
9	Составление руководства пользователя	2	Разработка руководства пользователя ПО, для обработки данных и формирования отчетности о научной работе в ВУЗе.

В ходе работы над проектом была построена АИС учета научно-практических разработок университета, отвечающая всем требованиям учета, которая позволяет:

- вносить новые научно-практические разработки;
- включать в себя три главных раздела: разработки, патенты и гранты;
- хранить разработки распределённо по тематикам: рациональное природопользование, энергетика и энергосбережение, металлургия, машиностроение, композиты и нано материалы, информационные технологии и ав-

томатизированные системы, приборостроение, строительство и дизайн, горное дело и геотехнологии, прочее;

- содержать информацию о руководителе научно-практической разработки;

- отслеживать все действия пользователей и их предпочтения с помощью специальных метрик;

- просмотреть краткое содержание и стоимость научно-практической разработки;

- скачать PDF-файл выбранной научно-практической разработки.

Использование предлагаемой АИС позволит улучшить контроль исполнительской дисциплины, увеличить процент выполненных в срок поручений, также уменьшить время, затрачиваемое на предварительное согласование документов и проектов.

УДК 004.42:614.1

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ФЛЮОРОГРАФИЧЕСКИХ ОСМОТРОВ НАСЕЛЕНИЯ

Багрей Д.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: BagreyDmitriy@gmail.com*

Работа посвящена проблеме автоматизации учета флюорографических осмотров населения. Проведен обзор объекта информатизации, с выявлением недостатков функционирования действующей системы. Поставлены цели и задачи для разрабатываемой системы, а также предложен вариант ее реализации.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, учет, флюорографические осмотры, здравоохранение, КМИАЦ.

В настоящее время в Кемеровской области среди населения наблюдается высокий уровень заболеваемости туберкулезом и другой легочной патологией.

В связи с тем, что в городе Новокузнецке отсутствует единая система учета флюорографических и рентгенографических осмотров населения, возникает целый ряд затруднений:

- сложность наблюдения за больными с легочными патологиями;

- отсутствие оперативной информации о больных туберкулезом в городе;

- сложность своевременной госпитализации;

- трудности в выявлении населения, входящего в группы риска.

Разработка автоматизированной информационной системы учёта позволит преодолеть перечисленные выше затруднения, а также повысить эф-

фективность и оперативность деятельности медицинского персонала на различных стадиях обслуживания пациентов, повысить качество медицинского лечения легочных заболеваний, снизить смертность и инвалидность за счет применения своевременных и обоснованных управленческих решений.

Благодаря автоматизации оформления некоторых отчетов, которые в данный момент формируются вручную, у медицинских работников сократится время на выполнение данных операций, а централизованное хранение информации позволит сократить время, которое пациент тратит на предоставление врачам справок.

Пользователями этой системы являются все медицинские организации города, где проводится рентгенологическое или флюорографическое обследование населения.

В данной системе врач поликлиники или стационара будет иметь возможность доступа к регистру через интернет.

Разработку данной системы планируется осуществить на базе Кустового медицинского информационно-аналитического центра. Разрабатываемая система будет внедрена во всех медицинских учреждениях Кемеровской области.

Объектами информатизации являются флюорографические и рентгенографические кабинеты Кемеровской области (в том числе передвижные). Кроме того, информатизация частично коснется рабочих мест участковых врачей, за счет доступа к актуальной базе флюорографических и рентгенологических осмотров. В настоящее время такая информация хранится только, непосредственно в том месте, где проводилось обследование и ежемесячно отправляется в КМИАЦ по электронной почте, для анализа и формирования отчетов.

Действующая информационная система также была разработана Новокузнецким КМИАЦ, но она устарела и не отвечает современным требованиям, а создаваемый этой системой реестр является локальным для каждого кабинета.

Разрабатываемая АИС предназначена для создания и поддержки в актуальном состоянии регистра по учету флюорографических и рентгенографических осмотров населения города Новокузнецка, оказания помощи поликлиникам в процессе наблюдения за больными с легочной патологией.

Основная цель создания АИС – повышение качества профилактики и лечения легочных заболеваний, снижение смертности и инвалидности за счет применения обоснованных управленческих решений.

АИС предполагает ввод и хранение персонифицированной информации о пациенте, сведений о принадлежности обследуемого к группе риска, результатах осмотра. Создание регистра позволит иметь оперативную информацию о больных туберкулезом в городе, влиять на своевременность госпитализации этих больных и качество оказания медицинской помощи.

Необходимость разработки именно web-приложения обусловлена требованиями министерства здравоохранения Российской Федерации. Согласно этим требованиям, персонифицированная информация должна передаваться

по защищенному каналу. Стоимость и сложность организации защищенного соединения для десктопного клиент-серверного приложения в разы превышают стоимость и сложность организации доступа к сайту по протоколу HTTPS. Руководством КМИАЦ было принято решение разрабатывать все новые информационные системы как web-приложения. В качестве технологии для разработки web-приложения будет использоваться технология Java EE.

Информацию о пациентах, обследованиях, пользователях, планах по медицинским учреждениям планируется хранить в базе данных под управлением СУБД PostgreSQL версии 9.1. Информация о субъектах РФ, городах, улицах, домах, строениях, квартирах и т.д. будет получаться из Федеральной информационно-адресной системы (ФИАС). В качестве сервера приложений для развертывания разрабатываемой в рамках данной работы системы выбран Wildfly версии 8.1. Серверная часть информационной системы будет написана на языке java с использованием jdk версии 1.7, в качестве среды разработки выбрана «eclipse ide for java ee developers». Клиентская часть представляет собой web-страницы, написанные с использованием технологии JSF. Связь серверной части с базой данных осуществляется при помощи отображения сущностей на таблицы (технология JPA). В качестве графических компонентов для клиентских страниц используются компоненты Primefaces версии 5.1. Для создания отчетов по необходимым медицинским формам используется библиотека JasperReports. в проекте используется система контроля версий git, а для миграции базы данных FlyWay. Главная страница системы, разработанной с использованием этих технологий, приведена на рисунке 1. Для сборки проекта используется Maven.

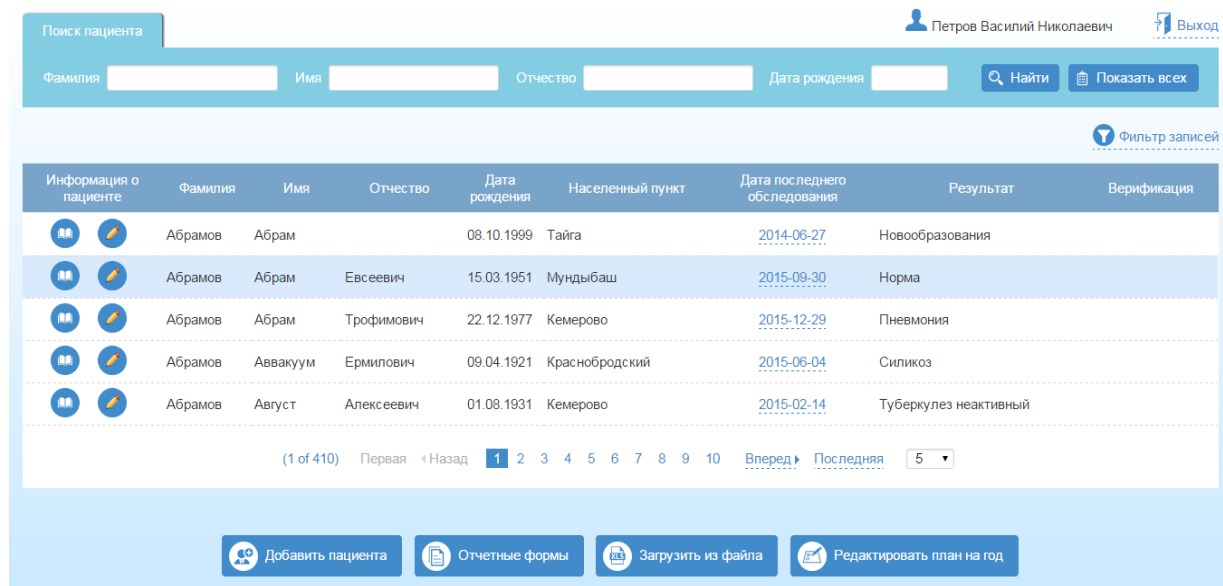


Рисунок 1 – Главная страница АИС «Флюорокартотека»

Разработка системы учета флюорографических и рентгенологических осмотров населения очень важна для сферы здравоохранения Кемеровской области и города Новокузнецка в частности.

От качества разрабатываемой системы зависит, сколько времени медицинские работники будут уделять оформлению документов, отвлекаясь от своих непосредственных обязанностей, а также сколько «заразных» людей будет ходить по улицам города, представляя опасность для окружающих тем, что они вовремя не госпитализированы.

УДК 004.9

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЯ НА БАЗЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ СЕТИ КИНОТЕАТРОВ "ПЛАНЕТА КИНО"

Басин Н.А.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.,
Шендриков А.Е.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ermakova@sibsiu.ru*

В работе предложен и реализован механизм автоматизированного составления расписания прокатной сетки средствами 1С:Предприятие и MS Excel с учетом следующих критериев и ограничений: максимально снизить время простоя кинозала за время рабочей смены; выполнить все условия, выставляемые прокатными компаниями; исключить возможность одновременного показа одного фильма в разных кинозалах.

Ключевые слова: теория расписаний, система автоматизированного составления расписания, 1С: Предприятие, MS Excel.

На прибыльность кинотеатра существенное влияние оказывает расписание сеансов, поэтому задача разработки подсистемы автоматизированного составления расписания прокатной сетки, на примере сети кинотеатров "ПЛАНЕТА КИНО", является актуальной. Для того чтобы составить расписание, требуется решить две частных задачи: сделать минимальным время простоя и разместить сеансы, так чтобы прибыль была максимальной.

Для первой задачи требуется составить целевую функцию и систему ограничений:

$$O_1 + O_2 + \dots + O_n \rightarrow \min, \quad (1)$$

где O_i – остаток свободного времени в i -ом зале; n – количество залов.

$$O_i = P_{\text{смены}} - K_{A_i} \cdot P_A - K_{B_i} \cdot P_B - \dots - K_{M_i} \cdot P_M \quad (2)$$

где $P_{\text{смены}}$ – продолжительность смены работы кинотеатра;

A, B, \dots, M – кинофильмы;

K_{Ai}, K_{Bi}, K_{Mi} – количество сеансов фильмов A, B и M соответственно в i -ом зале;

P_A, P_B, P_M – продолжительность фильмов A, B и M соответственно.

Целевая функция дополняется следующими ограничениями:

$$\begin{cases} O_i \geq 0; \\ \sum_{i=1}^n K_{Ai} \geq K_A & ; \\ K_{Ai}, K_{Bi}, \dots, K_{Mi} \geq 0. \end{cases} \quad (3)$$

где K_A – количество сеансов, которое выдал кинопрокатчик для фильма A .

Для оптимального распределения сеансов внутри зала необходимо определить для каждого кинофильма признаки, отвечающие за его привлекательность для зрителей, например, «новинка» или «фильм со скидкой». Далее потребуется разделить время работы кинотеатра на оптимальные интервалы и составить таблицу, где в качестве колонок будут интервалы времени, а в качестве строк – кинозалы. Для решения задачи расстановки сеансов внутри зала используется надстройка *Microsoft Excel – Поиск решений* [1-2]. На пересечениях интервала времени и кинозала задается признак фильма, который будет транслироваться в этом интервале в указанном зале, нежелательно чтобы кинофильмы в разных залах начинались в одно время (± 10 минут). Для решения этой задачи необходимо построить многоуровневое дерево, отражающее все возможные варианты расположения сеансов.

Задача расположения максимального количества сеансов с наименьшим простым кинозала решается с помощью надстройки «Поиск решений» *Microsoft Excel*, для использования надстройки на платформе 1С: Предприятие используется технология OLE (англ. Object Linking and Embedding) – технология связывания и внедрения объектов в другие документы и объекты [3]. У *Microsoft Excel* начиная с 11 версии изменился модуль, в котором располагается «Поиск решений» (вместо *solver.xls* он стал храниться в *solver.xlam*), данная особенность учтена в информационной системе. Все операции по заданию ограничений и целевой функции выполняются системой автоматически и прозрачно для пользователя.

Форма обработки (рисунок 1) содержит пять блоков. Блок 1 содержит параметры киноцентра. В блоке 2 располагаются фильмы, которые сейчас в прокате, блок 3 позволяет задать пользователю условия распределения сеансов в течение дня. В блоке 4 находится расписание, разбитое по залам, в блоке 5 – дерево, отражающее варианты расписания. В блоке 6 находятся элементы управления. Более подробно форма описана в работе [4].

Обработка Составление расписания

Действия

Дата: 21.06.2012

Смена: 10:00 - 02:00: 16 часов

N	Фильм	Продолжительность	Перерыв	Формат	Продолжительность...	Количество сеансов	Вместимость в зал	Новый	Полноэкранный	Кассовый	Метрика
1	Храбрая сердцем 3D	95	15	3D	110	4	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
2	Президент Линкольн Охотник на вампиров 3D	110	15	3D	125	2	7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
3	Мадагаскар 3 3D	95	15	3D	110	2	8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	0
4	Белоснежка и охотник	130	5	35мм	135	5	7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3
5	Президент Линкольн Охотник на вампиров	110	5	35мм	115	2	8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3

Требования к расстановке

10:00 - 11:59	12:00-12:59	13:00-13:59	14:00-14:59	15:00-15:59	16:00-16:59	17:00-17:59	18:00-18:59	19:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	0:00-2:00

Расстановка по залам

10:00 - 11:59	12:00-12:59	13:00-13:59	14:00-14:59	15:00-15:59	16:00-16:59	17:00-17:59	18:00-18:59	19:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	0:00-2:00
Белоснежка и охот...	Президент Линкол...		Белоснежка и охотник		Президент Линкол...		Белоснежка и охот...		Белоснежка и охот...	Белоснежка и охотник	
Храбрая сердцем 3D	Президент Линкол...	Мадагаскар 3 3D		Храбрая сердцем 3D		Президент Линкол...		Мадагаскар 3 3D	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D	

Дерево вариантов сеансов

10:00-11:59	12:00-12:59	13:00-13:59	14:00-14:59	15:00-15:59	16:00-16:59	17:00-17:59	18:00-18:59	19:00-19:59	20:00-21:59	22:00-23:59	0:00-1:59	НомерЗала	Успех
⊕ Белоснежка и ...	Президент Линкол...		Белоснежка и охот...		Президент Линкол...		Белоснежка и охот...		Белоснежка и охот...	Белоснежка и охот...			Да
Белоснежк...	Президент Линкол...		Белоснежка и охот...		Президент Линкол...		Белоснежка и охот...		Белоснежка и охот...	Белоснежка и охот...			1 Да
Президент ...	Белоснежка и охот...		Президент Линкол...		Белоснежка и охот...		Белоснежка и охот...		Белоснежка и охот...	Белоснежка и охот...			1 Да
⊕ Храбрая серд...	Президент Линкол...	Мадагаскар 3 3D		Храбрая сердцем 3D		Президент Линкол...		Мадагаскар 3 3D	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			Да
Храбрая се...	Президент Линкол...	Мадагаскар 3 3D		Храбрая сердцем 3D		Президент Линкол...		Мадагаскар 3 3D	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			2 Да
Храбрая се...	Мадагаскар 3 3D	Президент Линкол...		Храбрая сердцем 3D		Мадагаскар 3 3D		Президент Линкол...	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			2 Да
Президент ...	Храбрая сердцем 3D	Мадагаскар 3 3D		Президент Линкол...		Храбрая сердцем 3D		Мадагаскар 3 3D	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			2 Да
Президент ...	Мадагаскар 3 3D	Храбрая сердцем 3D		Президент Линкол...		Мадагаскар 3 3D		Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			2 Да
Мадагаска...	Храбрая сердцем 3D	Президент Линкол...		Мадагаскар 3 3D		Храбрая сердцем 3D		Президент Линкол...	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			2 Да
Мадагаска...	Президент Линкол...	Храбрая сердцем 3D		Мадагаскар 3 3D		Президент Линкол...		Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D	Храбрая сердцем 3D			2 Да

Максимальное исключение повторов по залам

Полная вместимость

1. Пленка в ширину

2. Подбор метрик

3. Составить расписание

4. Утвердить расписание

5. Завершить составление

Рисунок 1 - Обработка «Составление Расписания» 1С: Предприятие

Для получения максимальной прибыли желательно, чтобы фильм показывался только в одном зале. Для того чтобы выполнить данное требование в надстройку вносятся дополнительные ограничения. Общая схема составления расписания представлена на рисунке 2.

После получения результатов работы «Поиска решений» происходит распределение сеансов с учетом всех требований. Для каждого зала получается список фильмов, на порядок сеансов влияет и то, в каком порядке находятся фильмы в списке, поэтому для того, чтобы предоставить все возможные варианты расстановки сеансов требуется использовать разные последовательности фильмов в списке. Результаты заносятся в дерево (блок 5), которое имеет несколько уровней, после того, как пользователь выбрал желаемый вариант расстановки сеансов, он появляется в блоке 4. Для завершения составления расписания нажимают на кнопки «Утвердить расписание» и «Завершить составление», появится документ «Сетка вещания», в котором можно скорректировать время начала сеансов.

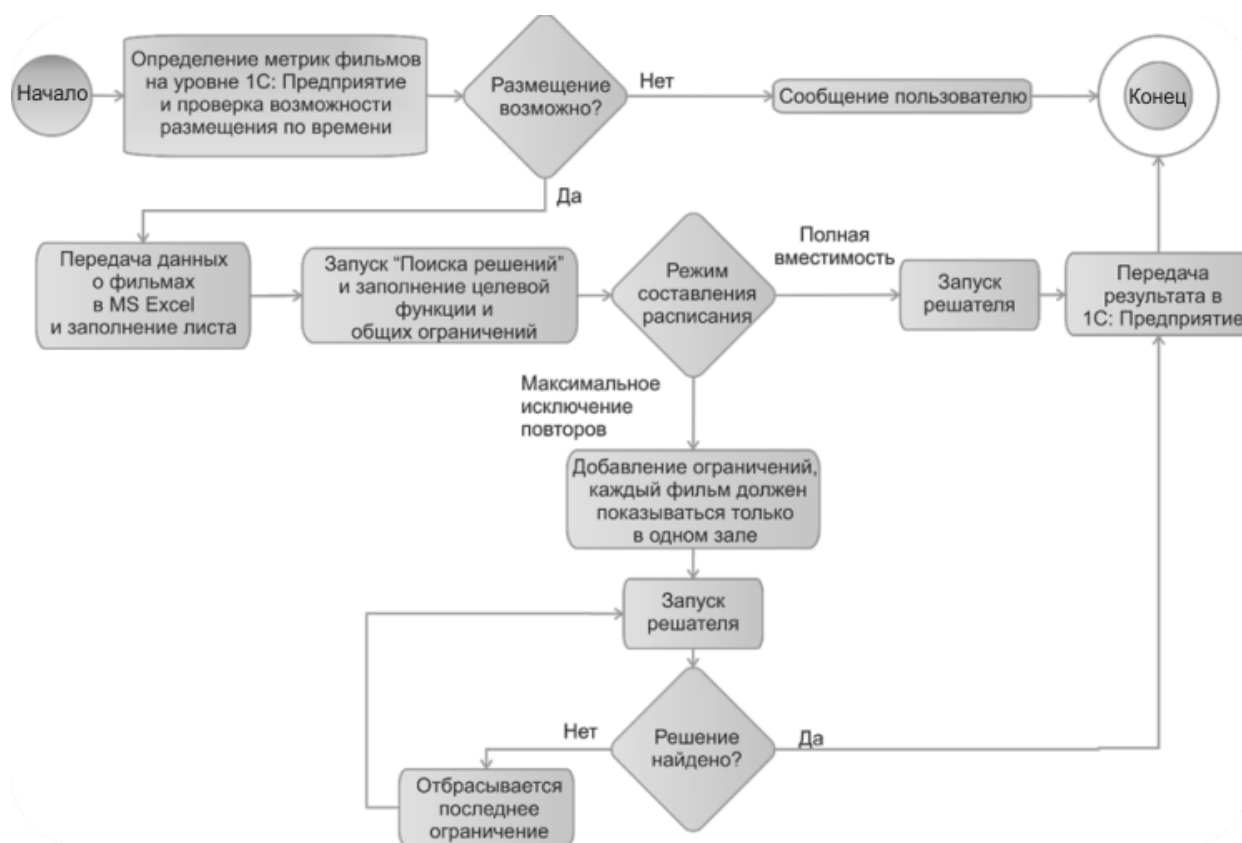


Рисунок 2 - Схема составления расписания

В настоящее время подсистема авторизованного составления расписания успешно внедрена в сеть кинотеатров «Планета кино» и показывает хорошие результаты.

Библиографический список

1. Ермакова Л.А. Информатика [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс. - Новокузнецк: СибГИУ, 2014. – электрон-

ный DVD диск (DVD-ROM). № гос. регистрации 0321400938.

2. Ермакова Л.А. Графический анализ данных в MS Excel: метод. указ. / Л.А. Ермакова.-Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2013.-34с.

3. Object Linking and Embedding [Электронный ресурс]:– Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Object_Linking_and_Embedding.-04.02. 2015г.

4. Подсистема автоматизированного составления расписания прокатной сетки для сети кинотеатров "ПЛАНЕТА КИНО" на базе 1С: Предприятия / Басин Н.А., Ермакова Л.А. // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2015) с международным участием, посвящённой 95-летию основания кафедры и университета (Екатеринбург, 26–27 марта 2015 г.).- Екатеринбург: УрФУ, 2015.- С. 147-152.

УДК 004.51

РАЗРАБОТКА НА БАЗЕ 1С: ПРЕДПРИЯТИЕ WEB-СЕРВИСА ОНЛАЙН-БРОНИРОВАНИЯ БИЛЕТОВ ДЛЯ СЕТИ КИНОТЕАТРОВ

Басин Н.А.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.,
Шендриков А.Е.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ermakova@sibsiu.ru*

В работе создан модуль онлайн-бронирования билетов для сети кинотеатров «ПЛАНЕТА КИНО», реализующий следующие возможности: бронирование билетов на сеансы (до 6 билетов); отображение даты и времени окончания сеанса, жанра фильма, его продолжительности и ограничения по возрасту, скидок, действующих на сеансы; предварительный просмотр занятости зала, без перехода на отдельную web-страницу.

Ключевые слова: онлайн-бронирование билетов, информационная система, веб-клиент, 1С: Предприятие, киноиндустрия.

В последние годы Интернет активно используется для приобретения услуг или товаров. Поэтому создание web-сервисов, для получения информации о киносеансах и бронирования билетов, на примере сети кинотеатров "ПЛАНЕТА КИНО", является актуальной задачей.

На основе анализа сред разработки веб-сайтов был выбран язык PHP. Он является самым распространённым, бесплатным и обладает нужным для разработки онлайн-бронирования функционалом [1, 2].

Для оптимизации работы сайта решено синхронизировать данные только в момент изменения данных в базе 1С и хранить полученные данные на стороне хостинга. В момент изменения данных 1С инициирует синхрони-

зацию. Для синхронизации из 1С вызывается специальный скрипт, который из веб-сервиса получит нужные данные и запишет их в базу данных. В качестве СУБД выбрана MySQL. Поэтому в базе данных MySQL необходимо создать следующие таблицы: таблица, хранящая сеансы; таблица, хранящая план зала; таблица, хранящая цены; таблица, хранящая занятые места.

В начале работы модуля онлайн-бронирования необходимо выполнить полную синхронизацию с базой данных 1С: Предприятие. Для этого разработан скрипт SYNC.PHP, общая схема работы которого показан на рисунке 1. Для обеспечения синхронизации занятых мест надо менять информацию при любой операции с местами в зале: выбор места; снятие выбора места; бронирование места; снятие брони; продажа места; возврат продажи места; продажа брони; обмен мест. Эти операции выполняются часто, поэтому осуществление немедленной синхронизации с базой данных модуля онлайн-бронирования существенно замедлит работу базы данных 1С: Предприятие.

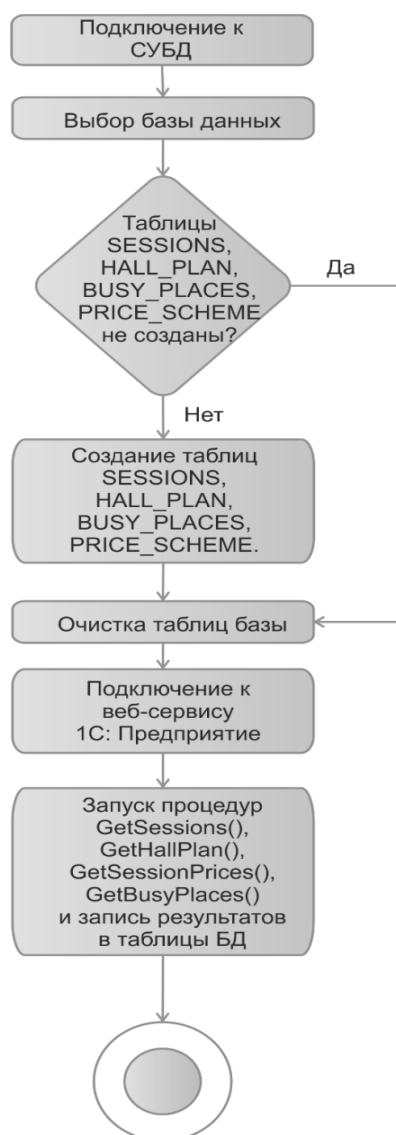


Рисунок 1 – Схема работы скрипта SYNC.PHP

Операция по синхронизации занимает около 1 секунды, для исключения таких задержек во времени в базе данных вводится регистр сведений *СтекЗанятыхМестДляСайта*, который имеет два измерения и один ресурс:

- ID Сеанса, тип Число, длина 10, точность 0;
- Место, тип *СправочникСсылка.Места*;
- Статус, тип *СправочникСсылка.СтатусыМест*.

Данный регистр является временным хранилищем тех мест, с которыми выполнялись операции. Процедура синхронизации выполняется во время запроса веб-страницы с расписанием сеансов, используя скрипт *syncplaces.php*. Алгоритм синхронизации занятых мест представлен на рисунке 2. Данный скрипт также выполняется при загрузке веб-страницы с планом зала.

Для создания удобного отображения расписания сеансов веб-страница содержит [3]: дату сеансов с указанием дня недели; время окончания сеанса; жанр фильма и его продолжительность; скидки, действующих на сеансы; среднюю стоимости билета; предварительный просмотр занятости зала, без перехода на отдельную веб-страницу.



Рисунок 2 – Процедура синхронизации занятых мест

При бронировании пользователь указывает кодовое слово, и получает сообщение с номером брони и временем выкупа своих мест.

Модуль онлайн-бронирования был интегрирован с информационной базой кинотеатра на основе 1С: Предприятие, тестирование модуля онлайн-

бронирования продолжалось в течение трех месяцев и по результатам тестирования принято решение о внедрении системы в сети кинотеатров "ПЛАНЕТА КИНО". Внедрение в информационную систему модуля онлайн-бронирования повышает роль клиента в работе кинотеатра, тем самым позволяет относить систему к уровню CSRP-систем.

Библиографический список

1. Ермакова Л.А. Информатика [Электронный ресурс]: электронный учебно-методический комплекс.- Новокузнецк: СибГИУ, 2014.- электронный DVD диск (DVD-ROM). № гос. регистрации 0321400938
2. Милованов М.М. Информационные технологии [Электронный ресурс]: учебное пособие.- Новокузнецк: СибГИУ, 2014.- электронный оптический диск (CD-ROM).- № гос. регистрация 0321400939.
3. Реализация web-сервисов онлайн-бронирования билетов для информационной системы сети кинотеатров "ПЛАНЕТА КИНО" на базе 1С: Предприятия / Басин Н.А., Ермакова Л.А. // Труды III Межд. научно-практ. конф. «Информационные технологии. Проблемы и решения».-Уфа, 2015.

УДК 51-76

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГИЛЬБЕРТА-ХУАНГА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ И АНАЛИЗА КОМПОНЕНТ МЕДЛЕННОВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ ГЕМОДИНАМИКИ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЕГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ

Дорошенко В.А.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.,
д-р мед. наук, профессор Флейшман А.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: doroshenko-v@list.ru*

Данная работа является продолжением исследований, направленных на изучение структуры медленных волновых процессов variability ритма сердца (BPC) в области низких частот спектра Very Low Frequency (VLF), их нелинейного поведения во взаимосвязи с энергетикой колебаний, барорефлекторной и парасимпатической активностью при функциональных пробах малой интенсивности. Для анализа рядов данных, характеризующих variability ритмов сердца, применялись различные методы спектрального анализа.

Ключевые слова: variability ритма сердца, очень низкая частота (very low frequency, VLF), спектральный анализ, преобразование Гильберта-Хуанга.

Исторически для анализа волновых процессов ВРС, имеющих важное прогностическое значение, для определения необходимых информативных признаков колебаний преимущественно использовались методы спектрального анализа, основанные на дискретном преобразовании Фурье, который имеет ряд ограничений: линейность системы и стационарность исследуемого сигнала [1]. Появление современных математических инструментов анализа открывает новые возможности в физиологических и медицинских приложениях и позволяет по-новому взглянуть на их информационное содержание.

Одним из таких методов частотно-временного анализа является преобразование Гильберта-Хуанга (Hilbert-Huang transformation, ННТ), которое не требует априорного функционального базиса. Базисные функции получают непосредственно из самих исходных данных путем разложения на отдельные компоненты, получившие название эмпирические моды (EMD – empirical mode decomposition). Далее строится гильбертов спектр, позволяющий выявить частотно-временные особенности исследуемого сигнала [2]. На практике спектр Гильберта представляет собой частотно-временное распределение, как матрица, наименования строк которой соответствуют дискретным значениям частоты, столбцы – дискретным значениям времени, а значения, находящиеся в ячейке таблицы, – это амплитуда.

После обработки данных может быть рассчитан маргинальный спектр мощности. Он является мерой мощности, соответствующей каждому значению мгновенной частоты. В некотором смысле маргинальный спектр можно рассматривать как аналог частотного спектра Фурье для нестационарных сигналов. На рисунке 1 приведен спектр мощности Фурье и маргинальный спектр ряда данных variability ритма сердца молодой девушки (21 год) со схожей структурой спектров.

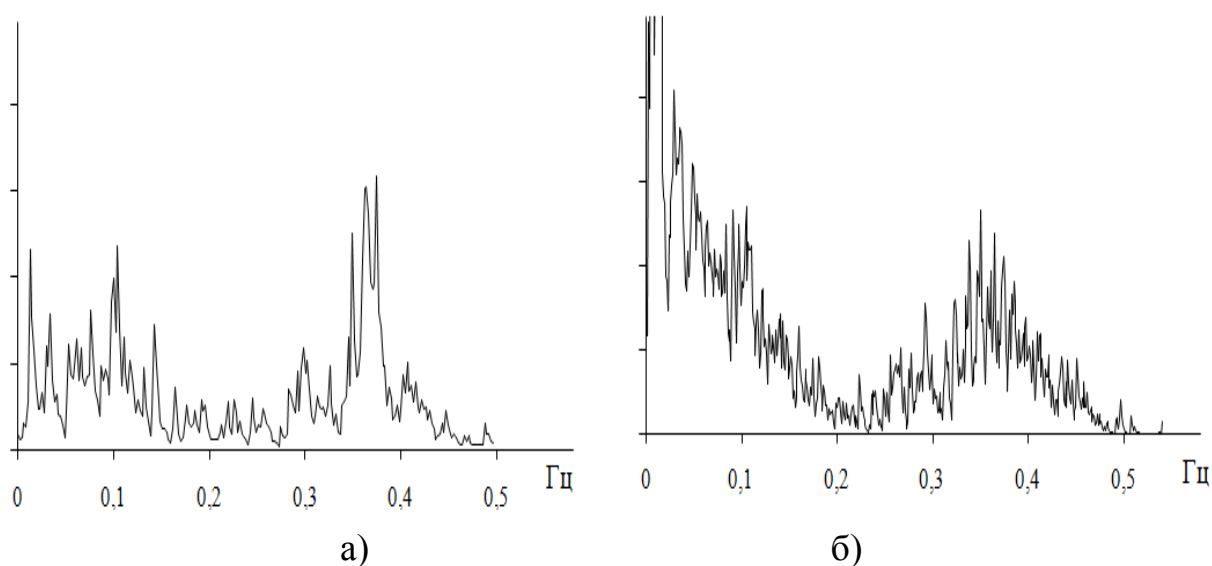


Рисунок 1 – Сравнение спектра Фурье (а) и маргинального спектра Гильберта (б)

В дополнение к маргинальному спектру можно определить мгновенное значение плотности энергии (рисунок 2).

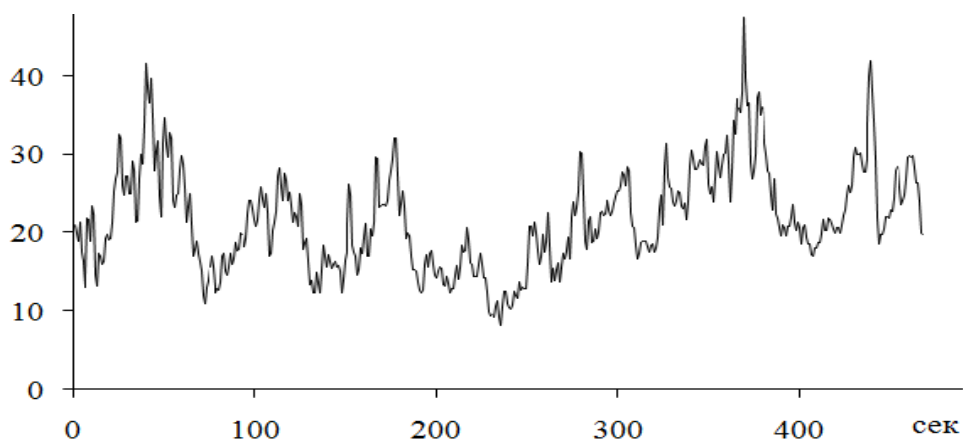


Рисунок 2 – Мгновенные значения энергии сигнала

В ходе исследования проанализирована структура волновых процессов VLF диапазона ВРС у 21 здоровых мужчин и женщин молодого возраста от 18 до 24 лет. Для этого выделено пять частотных областей (рисунок 3): 200 секундные ритмы $[0,003; 0,007)$ Гц, 100 секундные $[0,007;0,015)$ Гц, 50 секундные $[0,015;0,04)$ Гц, 10 секундные $[0,04;0,15)$ Гц и область высоких частот (HF) свыше 0,15 Гц.

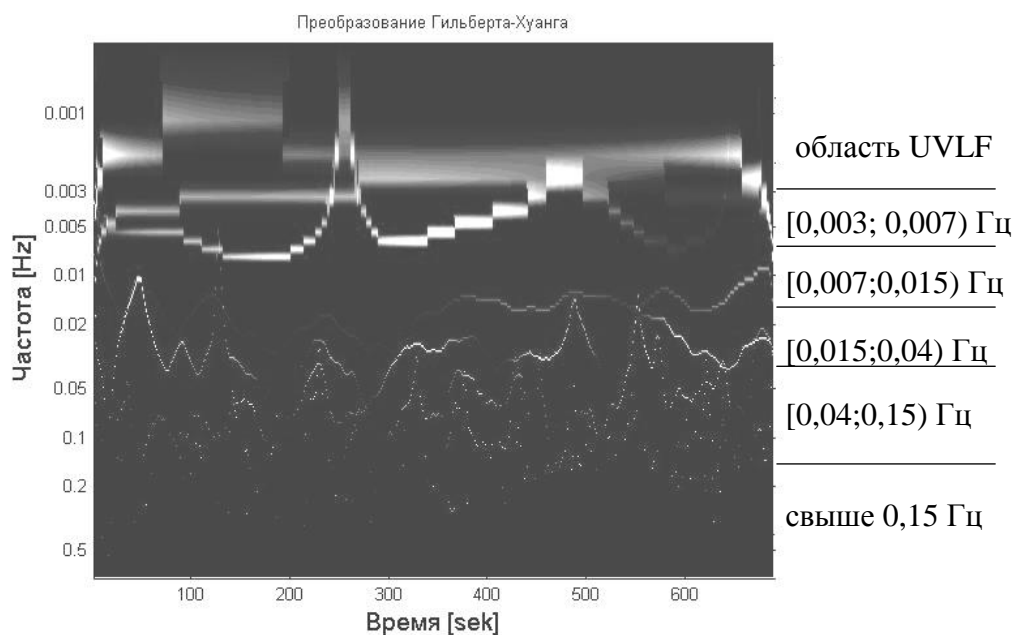


Рисунок 3 – Спектр Гильберта молодого юноши 20 лет с выделенными областями

Используя преобразование Гильберта-Хуанга, по реализациям в 1024 отсчета R-R интервалов рассчитаны последовательности мгновенных значений квази энергии спектра Гильберта, соответствующие различным частотным диапазонам сигнала, а полученные ряды данных подвергнуты анализу

на предмет выявления взаимосвязей между компонентами спектра и их характера. Для оценки силы и характера взаимосвязей между спектральными компонентами использовались алгоритмы корреляционного анализа и аппарата многовариантных функций детерминации (МВФД-аппарат) [3].

Расчёты показали наличие достаточно сильных связей между 200 секундными и 100 секундными ритмами с большей долей связей нелинейного характера (значения корреляционного отношения от 0,3 до 0,95 при коэффициенте корреляции от -0,81 до 0,69), а также связи средней силы между 200 и 50 секундными ритмами (значения корреляционного отношения от 0,34 до 0,87 при коэффициенте корреляции от -0,57 до 0,56). Существенных связей 200 секундных ритмов с 100 и 50 секундными не обнаружено.

Таким образом, результаты исследования спектра Гильберта подтверждают гипотезу о трехкомпонентной структуре VLF-диапазона, а анализ рядов мгновенных значений квази энергии спектра Гильберта позволяют установить наличие связей между различными компонентами спектра, что открывает новые перспективы для оценки функционального состояния человека, а также диагностики и профилактики патологии и возрастных изменений.

Библиографический список

1. Марпл С.П. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.П. Марпл.- М: Мир, 1990.- 584 с.
2. Norden Huang et al. The empirical mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. Proceedings of the Royal Society of London. A 454, 903–995 (1998).
3. Авдеев В.П. Комплекс алгоритмов и программ с многовариантными функциями детерминации и нелинейными предикторами/ В.П.Авдеев, Л.И. Криволапова, Т.В. Кораблина // Изв. вузов. Черная металлургия. 2000 № 5.- С. 56 - 77.

УДК 681.5

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИГНАЛОВ С ЗАДАНЫМИ НЕТИПОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

Макаров Г. В., Буркова Е. В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Евтушенко В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: taggog1@gmail.com*

При моделировании объектов и систем управления необходимо воспроизводить внешние воздействия, свойства которых часто отличаются от типовых. В работе рассмотрено формирование воздействий с заданными нетиповыми свойствами при моделировании систем управления.

Ключевые слова: случайный процесс, моделирование, системы управления.

Функционирование технологических объектов и комплексов часто протекает в условиях постоянно действующих возмущений различной природы, вносящих в управление зачастую, большую часть неопределенности. Учет такого рода воздействий осуществляется моделями и методами теории случайных процессов. Поэтому при моделировании систем управления важно воспроизводить не только динамику объектов управления, но и динамические свойства внешних и внутренних воздействий, влияющих на их состояние и значения выходных переменных. Эффективность такого совместного моделирования объектов и воздействий целесообразно оценивать по показателям точности и воспроизводимости результатов исследований.

Традиционные методы и алгоритмы моделирования случайных воздействий, как правило, ориентированы на использование известных положений и структур теории случайных процессов, вероятностные характеристики которых чаще всего описывают с помощью аналитических выражений. В частности, это могут быть нормальный закон распределения, стационарные случайные процессы с экспоненциальным спадом автокорреляционной функции. При этом характеристики воздействий в реальных системах управления [1] могут существенно отличаться от таких детерминированных моделей, а аппроксимация ведет к существенной потере точности их воспроизведения, и, как следствие, потере эффективности методов моделирования.

В данном сообщении рассматривается алгоритм в виде замкнутой динамической системы [2], который, в отличие от традиционных, позволяет генерировать воздействия, статистические характеристики которых представлены не только в виде аналитических выражений, но и произвольной графической или табличной форме. Это позволяет использовать его при исследовании реальных объектов и систем управления для фактических условий их функционирования без существенного искажения этих условий. Тем самым рассмотренный алгоритм существенно расширяет область эффективного применения методов моделирования. Еще одной особенностью данной разработки является получение результатов моделирования с заданной точностью и воспроизводимостью на интервалах моделирования, гораздо меньших, чем требуется для традиционных генераторов.

Оценку эффективности генератора производили в 2 этапа.

На первом, в процессе исследования формировали конечное множество реализаций (от 10 до 20) для одинаковых заданных условий по свойствам случайных процессов. Точность и воспроизводимость результатов моделирования при этом проверяли соответственно по показателям q_1 и q_2 .

Близость q_1 между значениями заданной $r^*(\theta)$ и полученной $r^W(\theta)$ нормированной АКФ на интервале ее спада оценивали по критерию:

$$q_1 = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{\theta=0}^m (r^*(\theta) - r^W(\theta))^2}, \quad (1)$$

где θ – дискретное время сдвига между сечениями ряда случайного

процесса,

m – число дискретных значений нормированной автокорреляционной функции на интервале ее спада Θ_S , при котором значение коэффициента автокорреляции $r(\Theta_S) = 0,05$ и более не превышает данное значение.

Воспроизводимость заданных статистических свойств приведенных возмущений проверяли по условию

$$q_2 = |q_1^{\max} - q_1^{\min}| \leq 0,03, \quad (2)$$

где q_1^{\max} , q_1^{\min} – максимальное и минимальное значения показателя (1), полученные для одинаковых значениях нормированной АКФ сигнала.

Для сравнения критериев точности (1) и воспроизводимости (2) по сравнению с типовыми генераторами были проведены исследования на моделях сигналов с детерминированной формой АКФ, представленной в виде экспоненты

$$r_{np}(\theta) = \sigma_{np}^2 \cdot e^{-\alpha \cdot |\theta|}, \quad (3)$$

где σ_{np}^2 – дисперсия приведенного возмущения;

α – коэффициент спада АКФ;

θ – время сдвига между сечениями ряда приведенных возмущений.

На рисунке 1 представлены графики изменения значений критерия q_{Tr} для сигналов с $\alpha = 0,1$ (а) и $\alpha = 0,5$ (б).

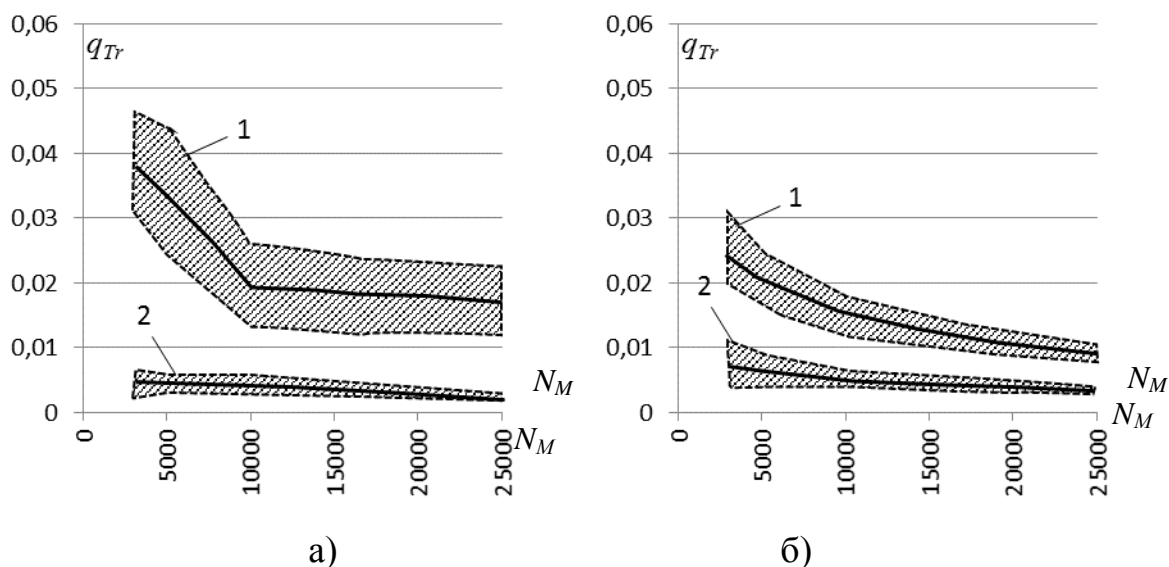


Рисунок 1 – Характеристики точности и воспроизводимости сигналов

На втором этапе оценивали эффективность двух систем автоматического регулирования (САР) [3] с точки зрения точности и воспроизводимости результатов совместного моделирования внешних воздействий, объектов и систем. В первой из них использовали для генерирования сигналов внешних неконтролируемых воздействий широко применяемый алгоритм с авто-

регрессионной моделью первого порядка, а для второй системы – предложенный алгоритм с коррекцией по обратной связи. Также как и в предыдущем случае, по 10 реализациям сигналов оценивали точность и воспроизводимость с использованием среднеквадратического критерия регулирования при одинаковых свойствах внешних воздействий, значений характеристик каналов преобразования регулирующих воздействий и параметрах регулятора. На рисунке 2 (а, б) представлены зависимости критерия точности совместного моделирования внешних воздействий и систем q_{Tc} от интервала моделирования N_M и величины коэффициента спада экспоненты $\alpha = 0,1$ (а) и $\alpha = 0,5$ (б). Также как и на рисунок 1, результаты воспроизводимости этого критерия представлены в виде заштрихованных областей.

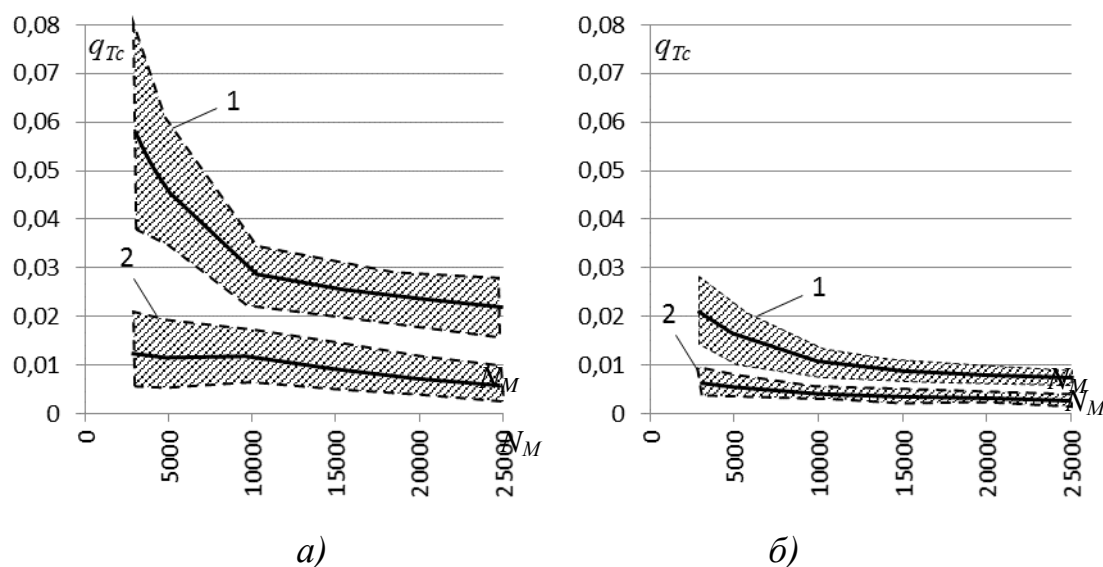


Рисунок 2 – Характеристики эффективности моделирования САР

Для оценки точности и воспроизводимости нетиповых свойств, в качестве заданных характеристик использовали нормированные автокорреляционные функции (АКФ), полученные оцениванием свойств приведенных к выходу возмущений выходной переменной установки сжигания ВУТ [1].

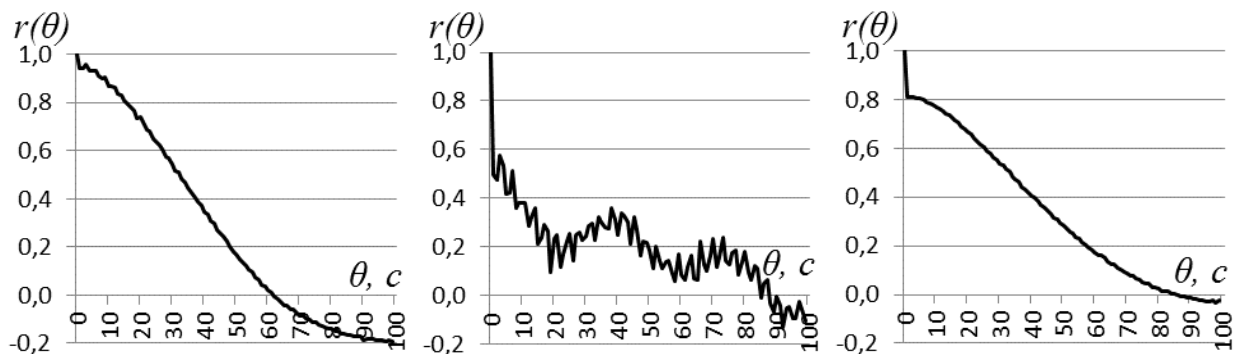


Рисунок 3 – Примеры АКФ выходной переменной установки сжигания ВУТ

Представленные на рисунке 3 примеры показывают, что свойства воздействий значительно отличаются от типовых и их аппроксимация аналитическими выражениями приведет к существенному отклонению от фактических свойств. Для оценки значений q_{Tr} и q_{Tc} провели эксперименты аналогично изложенным выше, получив результаты, представленные ниже в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты экспериментов

N_M	q_{Tr}		q_{Tc}	
	Типовая АКФ	Нетиповая АКФ	Типовая АКФ	Нетиповая АКФ
3000	0,004±0,002	0,005±0,003	0,012±0,007	0,014±0,008
5000	0,005±0,001	0,005±0,002	0,011±0,008	0,012±0,009
10 000	0,004±0,002	0,005±0,004	0,012±0,005	0,013±0,006
25 000	0,002±0,001	0,003±0,003	0,006±0,003	0,009±0,005

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что предложенный алгоритм возможно и целесообразно использовать для моделирования воздействий с нетиповыми функциями адекватно и с заданной точностью, в том числе для задач обучения нейроэкспертных моделей объекта в системах управления, описанных, например, в работе [4].

Библиографический список

1. Березин Д.Г. Оценивание характеристик помеховых составляющих сигналов измерительной информации для установки сжигания водоугольного топлива [Текст] / Д.Г. Березин, Г.В. Макаров, Т.В. Тюжин, Е.В. Буркова // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника Труды Пятой Всероссийской научно-практической конференции.- Новокузнецк, 2012. – С. 208-215.

2. Мышляев Л.П., Генератор модельных воздействий с заданными свойствами как замкнутая динамическая система [Текст] / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, Г.В. Макаров, Е.В. Буркова // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии» (ИТСиТ-2014) Материалы Всероссийской научно-практической конференции.- Кемерово, 2014.- С. 402-403.

3. Макаров Г.В. Применение имитационного комплекса для совместного моделирования внешних воздействий, объектов и систем управления [Текст] / Г.В. Макаров // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук.- 2014. - № 8-1.- С. 34-39.

4. Трофимов В.Б. Методика обучения нейроэкспертной модели объекта в системе управления [Текст] / В.Б. Трофимов // Труды IX международной конференции «Идентификация систем и задачи управления» SICPRO '12: сб. науч. тр.- 2012.- С. 508-519.

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ОБЪЕКТА В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ ANDROID STUDIO

Гусев К.Н., Мельников Н.С.

Научный руководитель: Милованов М.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mirovan@narod.ru*

Использование систем позиционирования и мониторинга объектов - одно из актуальных путей совершенствования технологических и бизнес-процессов в самых разных отраслях деятельности. От мониторинга передвижения сотрудников какой-либо организации – до контроля местонахождения автотранспорта, техники, оборудования и т.д. В данной статье рассматривается среда разработки Android Studio, краткое описание процесса создания и реализации приложения позиционирования и мониторинга объектов.

Ключевые слова: Android Studio, Android, среда разработки под Android, мобильные приложения, система позиционирования, мониторинг объектов, GPS, местоположение.

Процесс определения местоположения подвижных объектов представляет собой автоматическое, в некоторых случаях автоматизированное решение следующих задач:

- определение координат объекта;
- формирование мобильным объектом дополнительной информации;
- формирование мобильным объектом служебных сообщений (пакетов), содержащих координатную и дополнительную информацию;
- вывод информации на экран устройства.

Система позиционирования и мониторинга объектов - СПМО разрабатывалась для мобильных устройств, а именно под ОС Android, поэтому было решено воспользоваться средой разработки Android Studio.

Android Studio - это интегрированная среда разработки (IDE) для работы с платформой Android. IDE основана на программном обеспечении IntelliJ IDEA от чешской компании JetBrains. Данная среда разработки адаптирована для выполнения типовых задач, решаемых в процессе разработки приложений для платформы Android [1]. В среду входят средства для упрощения тестирования программ на совместимость с разными версиями платформы и инструменты для проектирования приложений под устройства с различными разрешениями экранов (планшеты, смартфоны, ноутбуки, нетбуки, часы, очки и т.п.).

Рассмотрим приложение GPS позиционирования в данной среде разработки. При запуске приложения точность координат недоступна и для того, чтобы их получить, можно использовать последние известные телефону координаты, которые всегда автоматически запоминаются телефоном и до-

ступны через стандартные системные API (`LocationManager.getLastKnownLocation(LocationManager.GPS_PROVIDER)`).

Координаты не точны – но для начала работы приложения этого вполне достаточно. В случае если пользователь ни разу не использовал GPS с момента включения телефона, то последние известные координаты будут недоступны. Тогда в качестве провайдера будет использоваться не `GPS_PROVIDER`, а `NETWORK_PROVIDER` – координаты по `NETWORK_PROVIDER` определяются быстрее, чем `GPS_PROVIDER`, но также имеет низкую точность. Если пользователь выходит в Интернет с помощью модуля Wi-fi и не имеет sim-карты, то при использовании `NETWORK_PROVIDER`, у которой радиус погрешности, выдаваемый `LocationManager` достаточно большой, утверждать, что пользователь находится в зоне с центром в полученных координатах и радиусом, равным радиусу погрешности, нельзя, так как провайдер может показывать известный ему узел сети, ближайший к пользователю, а не само положение пользователя.

Для реализации передачи данных, уведомлений в другие приложения [2] можно использовать внутренние системные сообщения OS Android. Системные сообщения могут содержать в себе данные, или же код произошедшего события. Код этого события передается во все активные приложения, но обрабатывается только теми из них, у которых фильтр системных сообщений `IntentFilter` настроен соответствующим образом. Для того чтобы приложение получало уведомления об изменении координат – расширяется `IntentFilter` путем добавления в него типа сообщения – `MessageManager.LOCATION_CHANGED`. `LocationListener` должен отправлять соответствующие системные сообщения, поэтому при изменении координат создается `Intent` с сообщением, что координаты изменились, а дальше каждый “слушатель” сам решает, что делать. Благодаря такому подходу в логике [3] остается только поведение (реакция на изменение координат), а вся работа с подписанием, провайдерами и точностью уходит в модуль работы с GPS. Способ отправки системного сообщения:

```
Intent intent = new Intent(...);
context.sendBroadcast(intent);
```

Полученные с помощью данного приложения координаты объекта изображены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Координаты объекта

Данное приложение имеет понятную структуру, поэтому его можно адаптировать под любые задачи. Можно использовать, как на мобильных устройствах детей, чтобы обнаружить их в случае пропажи, так и на мобильных устройствах сотрудников определенной организации, чтобы контролировать их местоположение. Достаточно установить приложение на мобильное устройство и настроить отправку данных на нужный компьютер или сервер.

Библиографический список

1. Android Studio [Электронный ресурс].- <https://developer.android.com>
Режим доступа: свободный доступ. Дата обращения: 17.05.2015

2. Милованов М.М. Информационные технологии. Электронный учебно-методический комплекс / Сибирский государственный индустриальный университет. Новокузнецк, 2014.

3. Ермакова Л.А. Информатика: электронный учебно-методический комплекс [Электронный ресурс] / Электрон. дан. -Новокузнецк: СибГИУ, 2014.-148с.:ил.-1 электронный DVD диск (DVD-ROM); 12 см.- № гос. регистрации 0321400938.

УДК 004.42:004.492.3

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕЙСТВИЯМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Мельников Н.С.

Научный руководитель: Милованов М.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматривается программа, созданная для наблюдения за действиями пользователей. Описан принцип и алгоритм работы программы и ее функции, а также результаты анализа полученных данных.

Ключевые слова: Отслеживание действий, кейлоггер, наблюдения за работой, получение и передача данных, мониторинг.

В настоящее время довольно часто нужно отследить различные действия пользователей за компьютером.

Для этих целей существуют программы и аппаратные устройства для отслеживания действий пользователя. Они подразделяются на программы мониторинга действий пользователей, шпионское ПО, кейлоггеры и др.

Кейлоггер – программное обеспечение или аппаратное устройство с возможностью регистрации различных действий пользователя - нажатия клавиш на клавиатуре компьютера, движения и нажатия клавиш мыши и т.д.

Программные кейлоггеры принадлежат к той группе программных продуктов, которые осуществляют контроль над деятельностью пользовате-

ля персонального компьютера. Первоначально программные продукты этого типа предназначались исключительно для записи информации о нажатиях клавиш клавиатуры, в том числе и системных, в специализированный журнал регистрации (лог-файл), который впоследствии изучался человеком, установившим эту программу. Лог-файл мог отправляться по сети на сетевой диск, FTP-сервер в сети Интернет, по электронной почте и т.д.

Данные программные продукты выполняют много дополнительных функций:

- перехват информации из окон;
- перехват кликов мыши;
- перехват буфера обмена;
- «фотографирование» снимков экрана и активных окон;
- ведение учёта всех полученных и отправленных e-mail;
- отслеживание файловой активности и работы с системным реестром;
- запись заданий, отправленных на принтер;
- перехват звука с микрофона и изображения с веб-камеры, подключенных к компьютеру и т. д.

Описанный вид программного обеспечения имеет существенное преимущество: для получения информации не нужен физический доступ к компьютеру. Однако есть и недостатки: обнаруживаются антивирусами, могут замедлять работу системы.

Рассмотрим более детально программу, разработанную для мониторинга действий пользователей.

Данная программа написана на языке Borland Delphi 7 с применением компонента Indy 10. Алгоритм основан на использовании системной ловушки на сообщения о нажатии клавиш клавиатуры (устанавливается с помощью функции WinAPI SetWindowsHookEx, для того чтобы перехватить сообщения, посылаемые оконной процедуре).

Она позволяет определить некоторую (собственную) функцию которая будет срабатывать каждый раз при наступлении некоторого события (получение программой сообщения, нажатия клавиши на клавиатуре, создания окна и т.д.).

Алгоритм работы программы представлен с помощью блок-схемы на рисунке 1.

Данная программа также должна передавать полученные данные для дальнейшего анализа на электронную почту и ftp-сервер. Для этого используются компоненты Indy TIdFTP и TIdSMTP.

Для удобства использования, все данные, необходимые для отправки файла сохраняются в ini-файл. Переменные разбиты на 4 секции: ftp, smtp, message, time. В секции ftp хранятся переменные для отправки файла на ftp-сервер, в smtp- для отправки файла на электронную почту, message- содержание письма, time- время отправки файла.

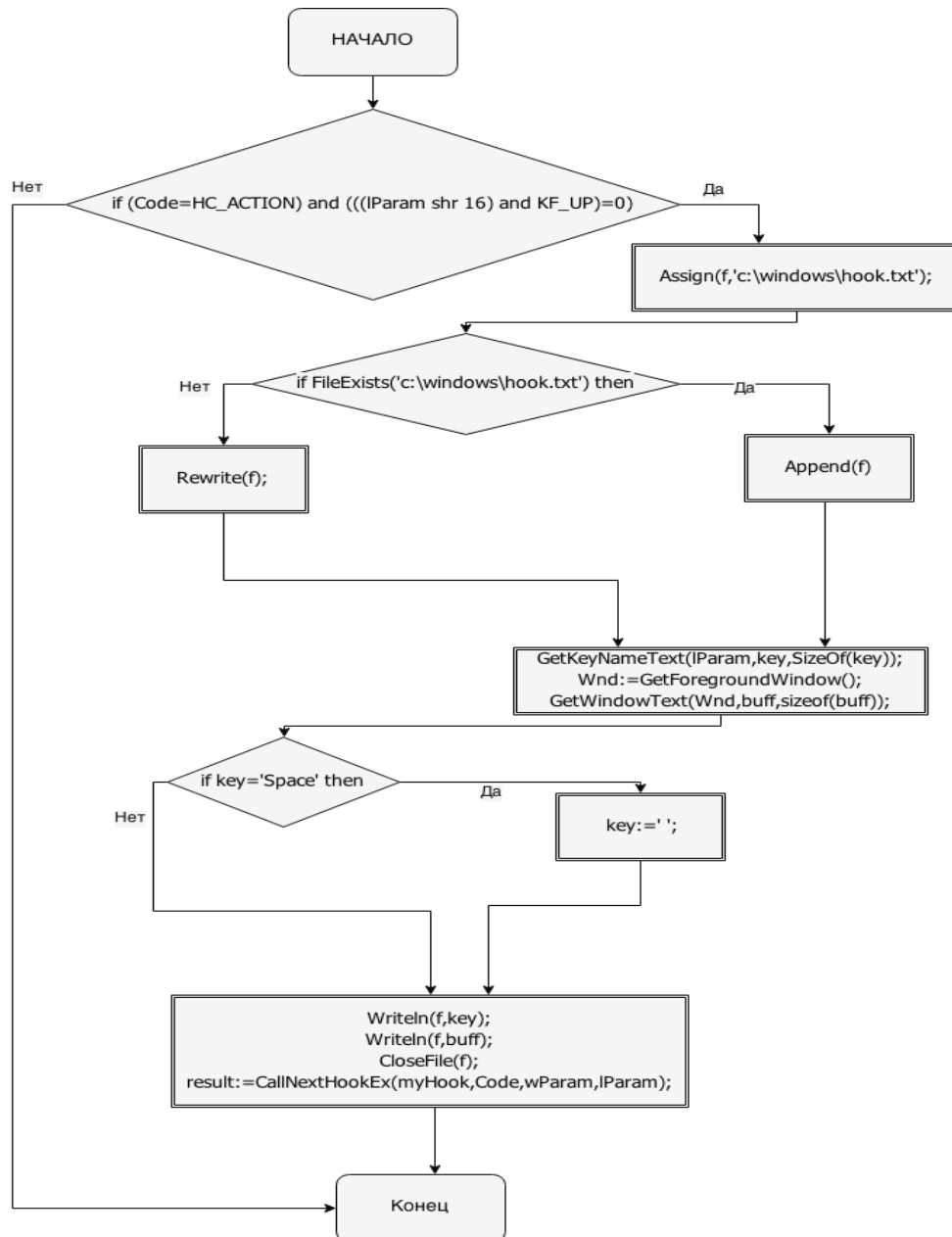


Рисунок 1 - Блок-схема программы

Полученные с ее помощью данные показали, что большинство пользователей основную массу времени, проведенного за компьютером, тратят на общение в социальных сетях, просмотр различных видеороликов, поиск информации, скачивание файлов, чтение новостей, игры и гораздо меньше на работу с какими-либо программами. Лидирующие позиции пока занимает поиск информации, однако социальные сети по популярности практически не отстают, и пользователи проводят в них все больше и больше времени. На рисунке 2 представлена диаграмма, демонстрирующая посещаемость интернет-сайтов пользователями, на компьютерах которых была установлена данная программа.

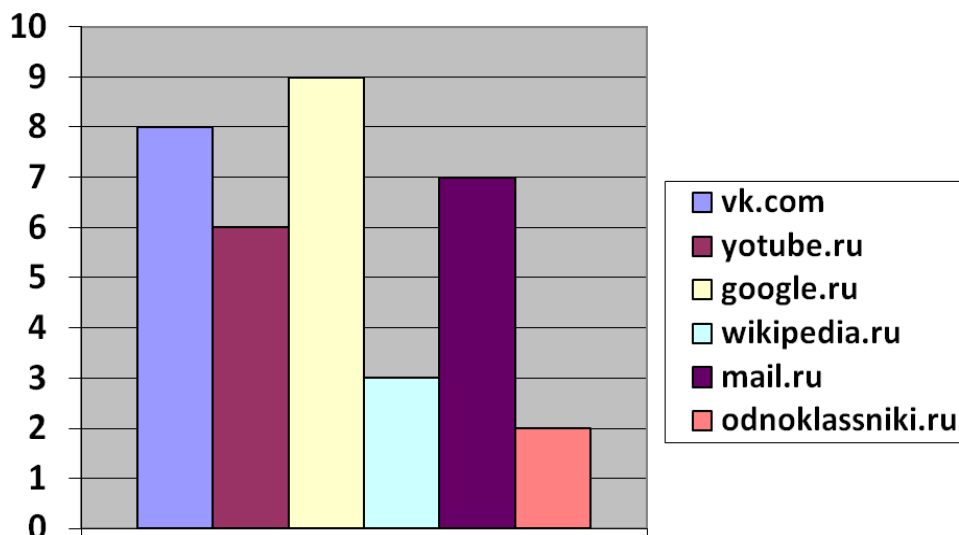


Рисунок 2 – Посещение интернет-сайтов

Библиографический список

1. Кейлоггер [Электронный ресурс]. - <https://www.spy-soft.net> Режим доступа: свободный доступ. Дата обращения: 14.04.2015.
2. «Кейлоггер - что это» [Электронный ресурс] <http://sonikelf.ru/keylogger-что-это-или-shpionazh-chistoj-vody-na-pk> Режим доступа: свободный доступ. Дата обращения: 14.04.2015.
3. Милованов М.М. Современные подходы к моделированию и анализу бизнес-процессов предприятия. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uecs.ru/uecs-35-352011/item/821-2011-11-30-11-..>
4. Ермакова Л.А. Графический анализ данных в MS Excel: метод. указ. / Л.А. Ермакова.- Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2013.- 34с.

УДК 004.912

РАЗРАБОТКА И ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЕМ НА САЙТЕ УНИВЕРСИТЕТА

Пантелеев А.Е.

Научный руководитель: Милованов М.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, mirovan@narod.ru*

Как и в любом другом образовательном учреждении, в Сибирском государственном индустриальном университете учебный процесс протекает в соответствии с расписанием учебных занятий, составлением которого, перед каждым новым учебным семестром занимается учебный отдел. В докладе

описывается процесс создания электронной версии расписания для сайта университета.

Ключевые слова: расписание, программное обеспечение

На настоящее время студенты университета могут узнать свое расписание занятий следующими способами:

- Посмотрев расписание для своей группы в главном корпусе университета, на специальном стенде, который содержит расписания занятий для всех групп.

- Посмотрев расписание на стенде своей кафедры, где размещены расписания занятий групп, относящихся к соответствующей кафедре.

- Скачать расписание в формате текстового файла[1], с сайта университета.

Первые два способа фактически дублируют друг друга и издавна являются привычным для оповещения студентов о всех учебных заведениях. Также эти способы имеют классический набор недостатков: необходимость в трате материальных ресурсов (бумага, краска для принтера и т.д) как для создания расписания с нуля, так и для внесения корректировок в имеющееся расписание, сложность обновления, трудности с оповещением об изменениях.

Современным способом получения сведений о занятиях для студента является вариант «скачивания» файла расписания с сайта университета [2]. Однако у данного способа есть несколько недостатков, которые следовало бы устранить:

- Сделать проверку расписания более доступной. На данный момент, для того чтобы узнать изменения в расписании требуется зайти на сайт университета, найти соответствующий раздел, выбрать нужный институт (факультет), и скачать файл с расписанием всего факультета. После чего в имеющемся файле нужно искать расписание своей группы. Кроме того, у многих провайдеров цены на мобильный интернет, всё еще далеки от демократических, что тоже является весомым фактором против использования данного способа.

- Сделать просмотр расписания более удобным. Как уже говорилось, в настоящий момент расписание представлено в виде текстового файла, что неправильно уже с идеологической точки зрения. Кроме того неудобна компоновка расписаний всех групп одного института в один файл, что создаёт лишние трудности при поиске нужной. Также, затрудненным является просмотр такого файла с мобильных устройств.

- Повысить связанность данных, тем самым увеличить их целостность и свести возможные ошибки к минимуму.

Поскольку сайт СибГИУ базируется на CMS«1С Битрикс», то разработка модуля расписания будет производиться исходя из требований интеграции в данную систему. Для хранения данных расписания будет использоваться стандартный модуль «1С Битрикс» - инфоблоки [3].

Для группировки информации относящейся к разрабатываемому компоненту, создан отдельный тип информационных блоков – «Расписание».

Типы инфоблоков используются для группировки информационных блоков. Инфоблоки одного типа чаще всего характеризуются принадлежностью к определенной тематике и одинаковой (или схожей) структурой.

В структуре компонента будет использовано 4 инфоблока:

Институты. Кафедры. Группы. Занятия.

Теоретически можно было представить все структурные подразделения университета одним инфоблоком, где разделами первого уровня были бы институты, разделом второго - кафедры, а элементами - академические группы. Однако при проектировании системы было принято решение отказаться от такого способа представления, в пользу более привычного по работе с реляционными базами данных, где каждая таблица представляет собой одну сущность.

Компонент, содержит в себя одну папку «templates» , которая содержит в себе файлы шаблона компонента – html разметку, css стили, скрипты javascript, а также шаблонизацию выходных данных. Также в папке компонента содержатся три файла:

- parameters.php – файл необходимый для возможности полноценного редактирования параметров компонента с помощью интерфейса администратора Битрикс.

- class.php – файл который содержит основные функции компонента, скомпонованные в единый класс, для удобства работы с ними.

- component.php – файл, в котором сосредоточена вся логика компонента, именно этот файл оперируя логикой class.php и формирует массив выходных данных \$arResult.

Стоит отметить, что компоненты Битрикс могут содержать в своем составе и другие файлы, однако они не являются обязательными и в создании данного компонента они будут избыточными. Результат работы сформированного компонента показан на рисунке 1.

Выберите ваш институт:		Выберите вашу кафедру:		Выберите вашу группу:	
Институт программирования		Кафедра ИТМ		- Не выбрано -	
				- Не выбрано -	
				ИВТ-10	
				ИС-10	

Понедельник	Вторник	Среда	Четверг	Пятница	Суббота

Вывести расписание

Рисунок 1 – Общий вид компонента

В совокупности разработка данного компонента обеспечит более комфортную и надёжную работу с расписанием, как для его администраторов, так и для студентов университета, что в свою очередь благотворно скажется на качестве учебного процесса.

Библиографический список

1. Милованов М.М. Информационные технологии. Электронный учебно-методический комплекс / Электрон. дан.-Новокузнецк: СибГИУ, 2014.:ил.-1 электронный DVD диск (DVD-ROM); № гос. регистрации 0321400939

2. Милованов М.М. Современные подходы к моделированию и анализу бизнес-процессов предприятия [Электронный ресурс]//«Управление экономическими системами. Электронный научный журнал», 2011, №11. -Режим доступа: <http://www.uecs.ru/>

3. Опыт внедрения и использования системы дистанционного обучения Moodle в ВУЗе. /Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы Международной научно-практической конференции. Том 2 /редкол.: Ф.У. Еникеев и др.- Уфа: Изд-во "Восточная печать", 2015.- 405 с. ISBN 978-5-905220-50-4.

УДК 004.45

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ПЕРЕДАЧИ ОБЪЕКТОВ ПО СЕТИ НА ПЛАТФОРМЕ .NET 4.5

Раецкий А.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Оленников А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрен механизм передачи объектов по сети с минимальными затратами по реализации этого алгоритма.

Ключевые слова: платформа .NET 4.5, сериализация, сокет, сетевое взаимодействие, пул потоков.

На сегодняшний день сетевые технологии получили значительное распространение в мире. Базы данных, мультимедийные приложения и многое другое использует сетевое взаимодействие.

Платформа .NET 4.5 предлагает множество инструментов для организации сетевого взаимодействия [1]. Однако они не всегда удобны, и создание алгоритма передачи данных для каждой отдельной задачи может занимать много времени и чревато ошибками. Хотелось бы, чтобы у программиста был такой механизм, который позволил бы передавать непосредственно объекты по сети с минимальными затратами по реализации этого алгоритма.

Ниже приведен способ построения такого механизма, а также все проблемы, с которыми приходилось столкнуться при его разработке. В качестве языка программирования использован C# 5.0 [2].

Поскольку требуется, чтобы по сети передавались объекты, нужно ис-

пользовать механизм их сериализации и десериализации. Сериализация – это процесс преобразования какой-либо структуры данных в последовательность байтов. Десериализация является, соответственно, обратным процессом. Библиотека .NET 4.5 содержит несколько готовых классов для сериализации сообщений [3, с. 666]. Ниже приведен их список:

- BinaryFormatter – сериализует и десериализует объект или весь граф связанных объектов в двоичном формате;

- SoapFormatter – сериализует и десериализует объект или весь граф связанных объектов в формате SOAP;

- XmlSerializer – сериализует и десериализует объекты в и из XML-документа. XmlSerializer позволяет контролировать, как объекты кодируются в XML;

- DataContractSerializer – сериализует и десериализует экземпляр типа в XML-поток или документ с помощью предоставленного контракта данных;

- DataContractJsonSerializer – сериализует объекты в нотацию объектов JavaScript Object Notation (JSON) и десериализует данные JSON в объекты. JSON – это текстовый формат обмена данными, основанный на JavaScript. Является более лаконичным, чем XML.

У каждого из подходов есть свои преимущества и недостатки. В настоящий момент класс SoapFormatter является устаревшим и не используется. Был создан такой класс, который позволил использовать один из предлагаемых платформой .NET механизмов сериализации.

Также для передачи сериализованного объекта потребовалось определить небольшой протокол:

- первые четыре байта отведены под тип (номер) объекта;

- следующие четыре байта отведены под длину объекта;

- остальные байты – под сам объект.

Все, что должно потребоваться программисту для создания протокола взаимодействия, использующему класс сериализации, это установить соответствие между числами и типами объектов.

Тут следует забежать вперед и сказать, что для передачи объектов по сети используется протокол TCP. Данный протокол гарантирует целостность передаваемых данных, а также уведомляет отправителя о результатах передачи данных. Однако при этом возможны ситуации, когда данные приходят с некоторым запаздыванием по частям, а также в виде нескольких «склеенных» подряд сообщений. Следовательно, класс сериализации должен уметь обрабатывать и подобные случаи. Поскольку во внутренней реализации класса сериализации в протоколе передается длина объекта, обе проблемы решаются без каких-либо затруднений.

Для сетевого взаимодействия клиентов между собой потребуется разработка абстрактного класса сервера. При этом класс сервера будет применять во внутренней реализации класс сериализации объектов. Как уже говорилось ранее, используется протокол передачи данных TCP. В качестве ос-

новы для сетевого взаимодействия были применены сокет Беркли, для чего платформа .NET 4.5 предлагает одноименный класс Socket. Ниже приводятся его методы и свойства, которые использовались:

- Bind() – связывает сокет с локальной конечной точкой для ожидания входящих запросов на соединение;
- Listen() – помещает сокет сервера в режим прослушивания (ожидания);
- AcceptAsync() – асинхронно создает новый сокет для обработки входящего запроса на соединение;
- ReceiveAsync() – асинхронно получает данные от соединенного сокета;
- Send() – отправляет данные соединенному сокету;
- Shutdown() – запрещает операции отправки и получения данных на сокете;
- Close() – закрывает соединения сокета;
- Connect() – создает подключение к удаленному узлу;
- Connected – возвращает значение, информирующее, соединен ли сокет с удаленным хостом;
- Available – возвращает объем доступных для чтения данных.

Использование синхронных методов сокета потребовало бы создание/уничтожение потоков для каждого подключения/отключения клиента к серверу/от сервера, что является ресурсоемкой операцией. Поэтому была использована асинхронная группа методов сокета AsyncXxx(), основанная на событийной модели программирования. Существует также другая группа асинхронных методов Begin/EndXxx(), которая в настоящее время является устаревшей и не используется [3, С. 804].

Поскольку обработка каждого клиента производится в отдельном потоке из пула потоков .NET, потребовались некоторые механизмы синхронизации потоков. Каждое соединение клиента хранится в коллекции соединений сервера, следовательно, данная коллекция является разделяемым ресурсом. Рационально будет организовать к ней доступ по следующему принципу: коллекция может иметь неограниченное число читателей, но не более одного писателя с приоритетом последнего. Для достижения этих целей можно использовать класс ReaderWriterLockSlim [3, С. 866], в котором требуются следующие методы:

- EnterReadLock() – пытается выполнить вход в блокировку в режиме чтения;
- ExitReadLock() – уменьшает счетчик глубины рекурсии для режима чтения, и выходит из режима чтения, если значение счетчика приняло значение нуль;
- EnterWriteLock() – пытается выполнить вход в блокировку в режиме записи;
- ExitWriteLock() – уменьшает счетчик глубины рекурсии для режима записи, и выходит из режима записи, если значение счетчика приняло значе-

ние нуль.

Поскольку класс сервера является абстрактным, программист, который будет использовать сервер, должен доопределить два его метода, а именно:

- установить протокол взаимодействия клиентов и сервера с использованием созданного ранее класса сериализации;
- указать то, каким образом сервер должен обрабатывать входящие сообщения.

Ниже приводятся примеры реализации данных методов:

```
/* создание протокола взаимодействия клиента и сервера */
protected override Serializer CreateProtocol()
    var s = new Serializer(
        JsonSerializerDataContractJsonSerializer);
    s[0] = typeof(BSPoint);
    s[1] = typeof(BSResult);
    s[2] = typeof(BSPoints);
    return s;
/* обработка десериализованного входящего сообщения */
protected override void NewDeserializeMessage(
Connection connection, object message,
Type typeMessage, int typeIdMessage)
{
    switch (typeIdMessage)
    {
        case 0:
            var temp = (BSPoint)message;
            // ...для краткости код действия не приводится...
            break;
        case 1:
            // ...
            break;
        case 2:
            // ...
            break;
    }
}
```

Обратите внимание, насколько просто организовать сетевое взаимодействие между клиентами и сервером. Никаких преобразований в потоки байтов и настраивания сокетов, работа происходит исключительно с объектами. В данном случае используется сериализация в нотацию JSON с использованием класса `DataContractJsonSerializer`.

Все, что было сказано относительно класса сервера, присуще и классу клиента. Ведь клиент в какой-то степени является упрощенным случаем сервера. Как и сервер, клиент должен иметь возможность настраивания прото-

кола передачи данных с использованием класса сериализации. Поэтому класс клиента также будет абстрактным.

Таким образом, был получен удобный и универсальный механизм передачи объектов по сети без необходимости знать то, как работают сокеты и происходит сериализация и десериализация сообщений.

Библиографический список

1. Руководство по программированию на С# [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/67ef8sbd.aspx>] – Загл. с экрана (дата обращения: 16.05.2015).
2. Шилдт Г. Полный справочник по С#: язык программирования Си Шарп [Текст]: учеб. пособие для инженеров, научных работников / Г. Шилдт. – М.: Вильямс., 2008. – 752 с.: ил.
3. Рихтер Дж. CLR via С#. Программирование на платформе Microsoft .NET Framework 4.5 на языке С# [Текст]: учеб. пособие для инженеров, научных работников / Дж. Рихтер. – 4-е изд., стер. – СПб.: Питер, 2014. – 896 с.: ил.

УДК 681.51

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ ПОДОБИЕМ

Макаров Г. В., Буркова Е. В.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Мышляев Л. П.,
д-р техн. наук, профессор Евтушенко В. Ф.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: maggog1@gmail.com*

В работе рассмотрено применение генератора воздействий в виде замкнутой динамической системы в подсистеме управления подобием типовых систем автоматического регулирования по контролируемым возмущениям.

Ключевые слова: замкнутая динамическая система, контролируемые возмущения, моделирование.

Класс систем управления с использованием физических моделей, в частности с параллельно функционирующими натурной и модельной системами требует наличия алгоритмов управляемого обеспечения их подобия [1]. Это управление осуществляется посредством целенаправленного изменения свойств внешних и внутренних воздействий и каналов их преобразования.

Помимо управления свойствами физической модели важной задачей является формирование комбинированных внешних воздействий. Решение данной задачи осложняется, зачастую, невозможностью аппроксимации

свойств этих воздействий аналитическими функциями без существенной потери точности, в частности формы автокорреляционной функции (АКФ).

Применение генератора в виде замкнутой динамической системы (ЗДС) [2] позволяет решать данную задачу без аппроксимации свойств натуральных воздействий аналитическими функциями, формируя ряд с помощью «приращений» к натуральному по схеме, представленной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Схема формирования комбинированных воздействий

На схеме приняты следующие обозначения: w – воздействия, индексы « M », « H », « HM » означают, соответственно, модельные, натурные и натурно-модельные значения.

$\Omega \{ \sigma^2, R^w \}$ – вектор характеристик, где σ^2 – дисперсия, а R^w – нормированная АКФ, представленная значениями коэффициентов корреляции $r^w(\theta)$, при $\theta = 0, 1, 2, \dots, \theta_S$ (θ_S – время спада АКФ, при котором $r^w(\theta_S) = 0,05$).

Эффективность такой схемы моделирования оценивали с точки зрения точности и воспроизводимости результатов аналогично [2]. При этом критерии q_{Tr} и q_{Tc} сравнивали с аналогичными критериями генератора в виде ЗДС из этой же работы, но для воздействий с типовой АКФ. Сравнение точности алгоритма с типовыми генераторами не представляется возможным, в виду отсутствия аналитического описания заданных и исходных свойств воздействий. Результаты оценки критериев точности и воспроизводимости формирования модельных (М) и натурно-модельных (Н-М) воздействий представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Значения критериев q_{Tr} и q_{Tc} оценки генератора в виде ЗДС

N_M	q_{Tr}		q_{Tc}	
	М	Н-М	М	Н-М
3000	0,004±0,002	0,005±0,003	0,012±0,007	0,014±0,008
5000	0,005±0,001	0,005±0,002	0,011±0,008	0,012±0,009
10 000	0,004±0,002	0,005±0,004	0,012±0,005	0,013±0,006
25 000	0,002±0,001	0,003±0,003	0,006±0,003	0,009±0,005

По результатам исследований видно, что точность данного генератора при моделировании воздействий удовлетворяет заданной в 5 %.

В [3] указана необходимость управления подобием модельной и натурной систем [1] при существенном отличии их свойств и условий функционирования за счет целенаправленного воздействия на динамические свойства каналов преобразования физической модели объекта управления и (или) действующих на нее внешних возмущений. Такого типа управление осуществляется до тех пор, пока системы не будут удовлетворять условиям подобия.

В исследованиях подобия САР по контролируемым возмущениям в работе [4] рассмотрено применение корректирующего фильтра для достижения подобия натурной и физической САР за счет изменения динамических свойств каналов преобразования воздействий физической модели. Но в некоторых задачах целесообразно воздействовать дополнительно и на свойства внешних воздействий, как изложено в [3]. При этом используется следующая схема, представленная на рисунке 2.

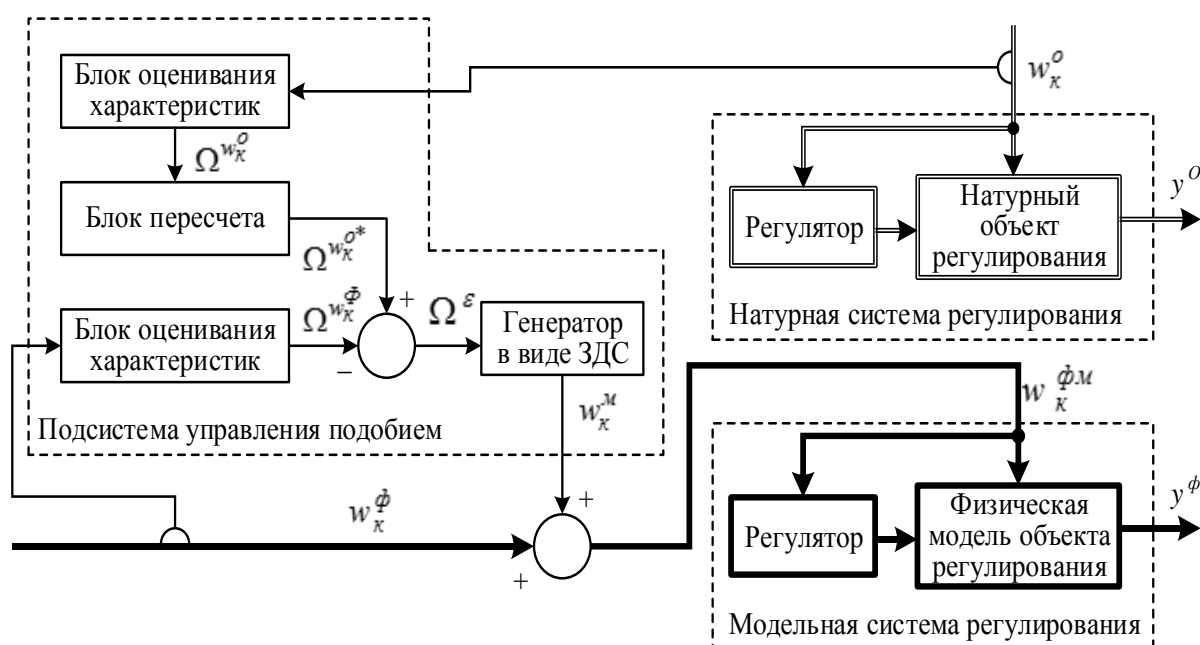


Рисунок 2 – Схема управления подобием САР по контролируемым возмущениям

Блок пересчета формирует заданные для физической модели характеристики контролируемых возмущений на основе характеристик натурального объекта.

Для оценки эффективности применения схемы управления подобием (рисунок 2) были проведены специальные численные эксперименты на модельной системе с использованием натурно-модельных реализаций воздействий аналогично [3].

Для оценивания эффективности регулирования использовали средне-квадратический критерий точности:

$$q = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N [y^*(i) - y(i)]^2, \quad (1)$$

где N – интервал моделирования.

Для проведения исследования оценивали критерий (1) без управления подобием и с управлением по схеме, представленной на рисунке 2. Из результатов моделирования следует

1. Без корректирования отклонения критерии (1) обеих систем друг от друга изменялись в диапазоне 40–200 %.

2. При введении корректировки по схеме, представленной на рисунке 2 значения критериев (1) обеих систем при отсутствии неконтролируемых возмущений практически совпадали, а при их наличии – не превышали пятипроцентного уровня, что подтверждает подобие рассмотренных систем [1].

Библиографический список

1. Мышляев Л.П. О подобии натурной и модельной систем при управлении с физической прогнозирующей моделью [Текст] / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, К.А. Ивушкин, Г.В. Макаров // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия– 2013. - № 12.– С. 41-42.

2. Мышляев Л.П. Генератор модельных воздействий с заданными свойствами как замкнутая динамическая система [Текст] / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, Г.В. Макаров, Е.В. Буркова // Информационно-телекоммуникационные системы и технологии» (ИТСиТ-2014) Материалы Всероссийской научно-практической конференции – Кемерово, 2014.– С. 402-403.

3. Мышляев Л.П. Применение физических моделей в задачах испытания и настройки систем управления [Текст] / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, В.Ф. Евтушенко, В.Н. Бурков, Г.В. Макаров, Е.В. Буркова // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов - Новокузнецк, 2015.- С. 211-218.

4. Макаров Г.В. Численные исследования подобия систем регулирования по контролируемым возмущениям [Текст] / Г.В. Макаров, В.Ф. Евтушенко // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия - 2012. - № 12.- С. 65.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ СОВМЕСТНОГО ПОДОБИЯ ОБЪЕКТОВ УПРАВЛЕНИЯ И ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Буркова Е.В., Золин К.А., Бурлаченко А.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Евтушенко В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: e.v.burkova@gmail.com*

В работе рассматривается структура программного модуля для оценивания совместного подобия модельных и натуральных объектов управления и внешних воздействий.

Ключевые слова: Совместное подобие, моделирование, объект управления.

Применение методов моделирования к решению задач исследования подобия модельных и натуральных систем управления и их элементов [1] приводит к необходимости разработки специализированного программного и алгоритмического обеспечения. При этом целесообразным является объединение их в единый исследовательский комплекс.

Для существующего имитационного моделирующего комплекса [2] был разработан программный модуль для исследования совместного подобия внешних воздействий и каналов их преобразования [3], который позволяет оценивать совместное подобие для следующих видов воздействий: детерминированный сигнал в виде импульсного или ступенчатого воздействий, стационарный случайный сигнал с заданными статистическими свойствами, и каналов их преобразования в объекте, представленных следующими моделями: пропорциональное звено, интегрирующее звено, интегрирующее звено с отсечкой, инерционное звено первого и второго порядка. Все указанные модели также могут быть представлены в виде последовательного соединения выбранного пользователем звена со звеном запаздывания. Приведенные к управляющему входу воздействия могут быть либо введены пользователем (произвольный динамический ряд с заданными статистическими свойствами), либо сформированы в программе (детерминированное ступенчатое или импульсное воздействие заданной амплитуды и длительности).

В общем виде условие совместного подобия объектов и воздействий представлено в [4]. В структуру программного модуля включены два частных условия, позволяющие оценить подобие комплексов «объект – воздействия» («О-В»). При внешних воздействиях в виде ступеньки и импульса, подобными считаются комплексы, для которых выполняется равенство эффектов выходных воздействий

$$\int_{t-T_{m1}}^t y_1(t)dt = \int_{t-T_{m2}}^t y_2(t)dt, \quad (1)$$

$$y_1(t) = \varphi_1\{u_1(t)\}, y_2(t) = \varphi_2\{u_2(t)\}, \quad (2)$$

где $y(t)$ – значения выходной величины объекта;
 T_m – интервал моделирования;
 $\varphi_1\{\cdot\}$ – оператор преобразования входных воздействий в выходные;
 $u(t)$ – входное воздействие, подстрочные индексы «1», «2» означают «относящийся к первому» и «второму комплексу» соответственно.

При внешних воздействиях, представленных в виде произвольного динамического ряда с заданными статистическими свойствами, при оценивании подобия комплексов «О-В» рассчитывается среднеквадратичное отклонение (СКО) выходной переменной. Комплексы подобны, когда

$$|\sigma_{y1}^n - \sigma_{y2}^n| \leq 0,05, \quad (3)$$

где σ_y^n – нормированное значение СКО выходной переменной.

Программный модуль исследования совместного подобия объектов и внешних воздействий реализован на языке высокого уровня C#, для его работы необходимо наличие установленной на персональном компьютере платформы Microsoft .NET Framework версии 4.0 или выше.

Функциональная структура модуля представлена на рисунке 1.

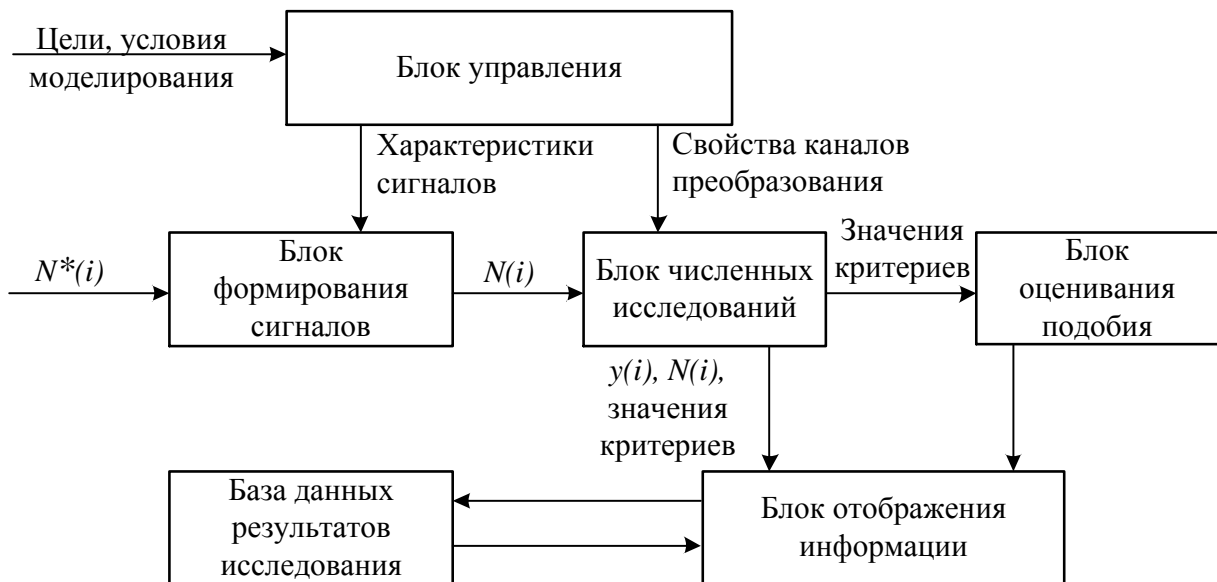


Рисунок 1 – Структура программного модуля

На рисунке приняты следующие обозначения: $N^*(i)$ – заданное входное воздействие, $N(i)$ – входное воздействие, $y(i)$ – выходное воздействие.

В блоке управления пользователь выбирает модели каналов преобра-

зования воздействий, задает их свойства, выбирает вид входного воздействия и указывает его характеристики.

Блок формирования сигналов позволяет сгенерировать детерминированный сигнал в виде импульсного или ступенчатого воздействия, отмасштабировать заданный пользователем сигнал.

Моделирование эффектов влияния входных воздействий на выходные осуществляется в блоке численных исследований, также рассчитываются значения интеграла выходной переменной каждого комплекса или СКО для дальнейшей оценки их подобия в блоке оценивания подобия по выражениям (1), (3).

Отображение результатов на экране в виде таблиц и графиков реализовано в блоке отображения и хранения информации. Все данные, полученные в результате работы комплекса, выводятся как в виде графиков в программе, так и в виде численных значений, готовых к экспорту в текстовые файлы, либо в программу MS Excel. Результаты исследования хранятся в базе данных.

Программный модуль в дальнейшем будет интегрирован в общую структуру разработанного комплекса для задач исследования систем управления [2], его структура будет дополнена и расширена другими моделями каналов преобразования внешних воздействий, дополнительными условиями подобия, алгоритмом оценивания совместного подобия нестационарных объектов и воздействий и алгоритмом управления подобием комплексов «О-В».

Разработанный программный модуль позволяет эффективно решать типовые задачи исследования совместного подобия объектов и внешних воздействий в автоматизированном режиме без использования сторонних приложений и ручных процедур оценивания.

Библиографический список

1. Мышляев Л.П. О динамическом подобии систем управления [Текст] / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, Д.Г. Березин, Г.В. Макаров // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве труды VIII всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк, 2011. – С. 34-36.

2. Макаров Г.В. Моделирующий учебно-исследовательский комплекс [Текст] / Г.В. Макаров, Е.В. Буркова, Д.Г. Демченко // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. – Новокузнецк: СибГИУ, 2013. – С. 268-271.

3. Евтушенко В.Ф. Исследования совместного подобия объектов управления и внешних воздействий [Текст] / В.Ф. Евтушенко, К.А. Ивушкин, Л.П. Мышляев, Г.В. Макаров, Е.В. Буркова // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2014. - № 1. – С. 195-201.

4. Мышляев Л.П. Понятия и условия подобия систем управления [Текст] / Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко, Д.Г. Березин, Г.В. Макаров, К.А. Ивушкин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия, – 2012, - №12, – С.58-60.

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ СВЕДЕНИЙ ОБ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ В ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ УНИВЕРСИТЕТА

Шендрик А.Е., Куксов И.А., Шуварики Д.П., Устинов С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: admin@okt.sibsiu.ru*

В работе обобщены требования к размещению сведений об образовательных программах на сайте университета. Представлены основные результаты разработки подсистемы для размещения информации об образовательных программах в электронной информационно-образовательной среде университета.

Ключевые слова: образовательная программа, информационная система, электронная информационно-образовательная среда.

Требования к информационной открытости образовательных учреждений, установленные в Федеральном законе №273-ФЗ "Об образовании в Российской Федерации", предусматривают размещение на сайтах вузов информации о реализуемых образовательных программах [1]. Для исполнения этих требований вузам необходима организационно-техническая система, позволяющая оперативно публиковать на сайте учреждения такие сведения.

Поскольку официальный сайт вуза является компонентом электронной информационно-образовательной среды университета (ЭИОС) следует интегрировать механизм размещения сведений об образовательных программах в ЭИОС в качестве подсистемы.

В рамках этой подсистемы целесообразно предусмотреть возможность совместной работы пользователей над документацией, относящейся к образовательным программам, либо в рамках самой системы публикации, либо посредством интеграции с существующей системой коллективной работы.

Функциональные требования к системе определяются следующими факторами.

1. Перечень подлежащих хранению в системе данных определяется приказом Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки №785 от 29 мая 2014 г., в соответствии с которым сайт вуза должен содержать, в частности, сведения об образовательных программах, учебных планах, аннотаций к рабочим программам дисциплин с приложением копий этих документов [2]. Общий объем документации по одной образовательной программе может достигать нескольких сотен страниц.

2. Формирование документации по образовательным программам ведется, как правило, несколькими подразделениями вуза – учебным и методическим отделами, дирекциями институтов и кафедрами.

3. В соответствии с требованиями образовательных стандартов, учебные заведения обязаны ежегодно обновлять основные образовательные программы с учетом развития науки, техники, культуры, экономики, технологий и социальной сферы.

Таким образом, система должна обеспечивать многопользовательский доступ к данным с разграничением доступа с возможностью формировать, размещать и модифицировать сведения об образовательных программах.

Опыт образовательных организаций по формированию хранилища документации об образовательных программах представлен в работах [3, 4].

В Сибирском государственном индустриальном университете был разработан и размещен в сети Интернет портал «Учебно-методическое обеспечение ООП» (<http://www.sibsiu.ru/oor>), реализующий функцию управления документами, относящимися к реализации образовательных стандартов.

В качестве приложений к образовательным программам предусмотрено размещение на портале конспектов лекций, методических указаний, контрольных заданий по проверке остаточных знаний студентов, комплектов экзаменационных билетов и т.д.

С точки зрения доступа система состоит из двух частей – открытой, доступной всем пользователям, и закрытой, предназначенной для сотрудников университета.

Механизм аутентификации пользователей в закрытой части системы интегрирован с каталогом пользователей корпоративной сети вуза.

В системе предусмотрено разделение пользователей на три группы:

1. Анонимный пользователь – получает доступ на сайт без пароля только для просмотра.

2. Редактор подразделения – имеет возможность управлением документами для своего подразделения.

3. Модератор портала – имеет все полномочия редактора, включая полный доступ ко всем разделам, редактирование информации обо всех подразделениях, управление разделами, управление пользователями, просмотр статистики загрузок и посещений.

Система позволяет осуществлять ввод данных о дисциплинах, практике, НИР студентов, ИГА и факультативах. Предусмотрена возможность добавления программ и учебно-методические комплексов по каждому из разделов. Кроме того, реализована функция просмотра статистики заполнения сведений по данному направлению подготовки, имеется возможность загрузки дополнительных материалов.

Важной функцией системы является автоматическая публикация прошедшей внутреннее согласование документации в открытой части системы на официальном сайте университета.

На рисунке 1 представлен фрагмент интерфейса закрытой части системы для авторизованных пользователей, на рисунке 2 – фрагмент интерфейса открытой части, доступной всем пользователям официального сайта.



Рисунок 1 – Документы основной образовательной программы выпускающей кафедры

Федеральный государственный образовательный стандарт ФГОСЗ

№ п/п	Код / Наименование образовательной программы Профиль подготовки Форма обучения	Уровень образования	Срок действия государственной аккредитации	Описание образовательной программы с приложением ее копии	Учебные планы и график с приложением их копии	Аннотации к рабочим программам дисциплин с приложением их копий (при наличии)	Методические и иные документы, разработанные образовательной организацией для обеспечения образовательного процесса
Архитектурно-строительный институт							
1	270100.62 Архитектура Профиль: Архитектура Очная форма	бакалавриат	09.12.2018				
2	270800.62 Строительство Профиль: Водоснабжение и водоотведение Очная форма	бакалавриат	09.12.2018				
3	270800.62 Строительство Профиль: Городское строительство и хозяйство Очная форма	бакалавриат	09.12.2018				
4	270800.62 Строительство Профиль: Жилищно-коммунальное хозяйство Очная форма	бакалавриат	09.12.2018				
5	270800.62 Строительство Профиль: Производство строительных материалов, изделий и конструкций Очная форма	бакалавриат	09.12.2018				
6	270800.62 Строительство Профиль: Промышленное и гражданское строительство (исследование и проектирование зданий и сооружений) Очно-заочная форма, 3г.6м.	бакалавриат	09.12.2018				

Рисунок 2 – Документы образовательной программы в открытой части

Система успешно прошла опытную эксплуатацию и принята в постоянную эксплуатацию в СибГИУ. Внедрение системы позволило обеспечить оперативную подготовку, согласование и размещение документов на сайте университета.

Направлением развития системы является ее интеграция с другими

модулями ЭИОС СибГИУ - в частности, подсистемой мониторинга эффективности деятельности сотрудников и подразделений.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 31.12.2014, с изм. от 02.05.2015) "Об образовании в Российской Федерации" (URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_173649/)
2. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки (Рособрнадзор) от 29 мая 2014 г. N 785 г. Москва (URL: <http://www.rg.ru/2014/08/21/rosobrnadzor-dok.html>)
3. Арифуллина С.Б. Об информационной открытости в системе высшего образования // Основные проблемы повышения профессиональной компетентности в условиях реализации ФГОС третьего поколения: сборник лучших докладов 55(LV) науч.-метод. конф. / Сиб. гос. ун-т телекоммуникаций и информатики. Новосибирск.- 2014.- С.29-38.
4. Савина А.Г., Блок А.В. Формирование структуры и содержания учебно-методических комплексов дисциплин в соответствии с требованиями фгос // Фундаментальные исследования.- 2014.- № 5-5.- С. 1092-1098.

УДК 004.6:378.14

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗАПОЛНЕНИЯ И ПЕЧАТИ ДОКУМЕНТОВ ОБ ОБРАЗОВАНИИ

Белый А.М.

Научные руководители: Шендриков А.Е., Куксов И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В докладе приведен анализ существующих способов осуществления учета и оформления документов о высшем образовании. На основе результатов анализа выбрано приемлемое для университета решение по разработке специализированной информационной системы на основе ППП «1С:Предприятие». Предложена архитектура указанной системы.

Ключевые слова: печать документов о высшем образовании, автоматизированная система, 1С:Предприятие, СибГИУ, оформление документов о высшем образовании.

В настоящее время высшие учебные заведения вынуждены уделять повышенное внимание учету и оформлению документов об образовании и о квалификации, а также их дубликатов (далее документов) с целью своевременной передачи корректных сведений в информационную систему «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и (или) о квалифика-

ции, документах об обучении»[1].

С учетом требований законодательных актов[1-5] в Сибирском государственном индустриальном университете были проанализированы различные подходы к организации процесса подготовки и печати документов. На основе результатов анализа [6] был сделан выбор в пользу создания собственного проектного решения в качестве основы для которого была выбрана платформа «1С:Предприятие 8.2z». Данная платформа имеет сертификаты соответствия, которые позволяют удовлетворять требованиям по защите информации в информационных системах персональных данных (ИСПДн).

Средствами данной платформы организуется информационная база, в которой хранится справочная информация о направлениях подготовки и выпускниках. Эта база построена по иерархическому признаку и включает деление по образовательным организациям, направлениям подготовки и группам выпускников. Схема обмена справочной информацией в базе данных представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Схема обмена справочной информацией в базе данных

Для осуществления разработки в системе выделены модули, которые представлены на рисунке 2.

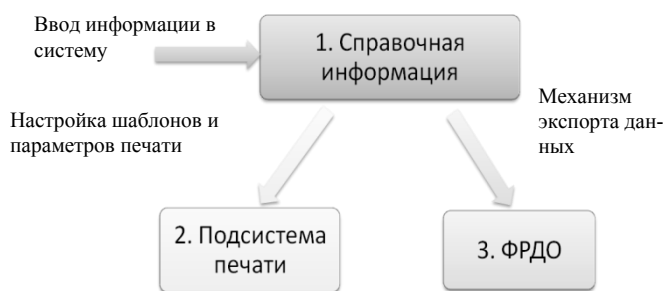


Рисунок 2 – Диаграмма модулей системы

Предполагается использовать клиент-серверный вариант работы с информационной базой, поскольку он предназначен для работы в масштабах предприятия. Это позволит организовать достаточное количество рабочих мест с необходимым уровнем безопасности. Архитектура разрабатываемой системы представлена на рисунке 3.

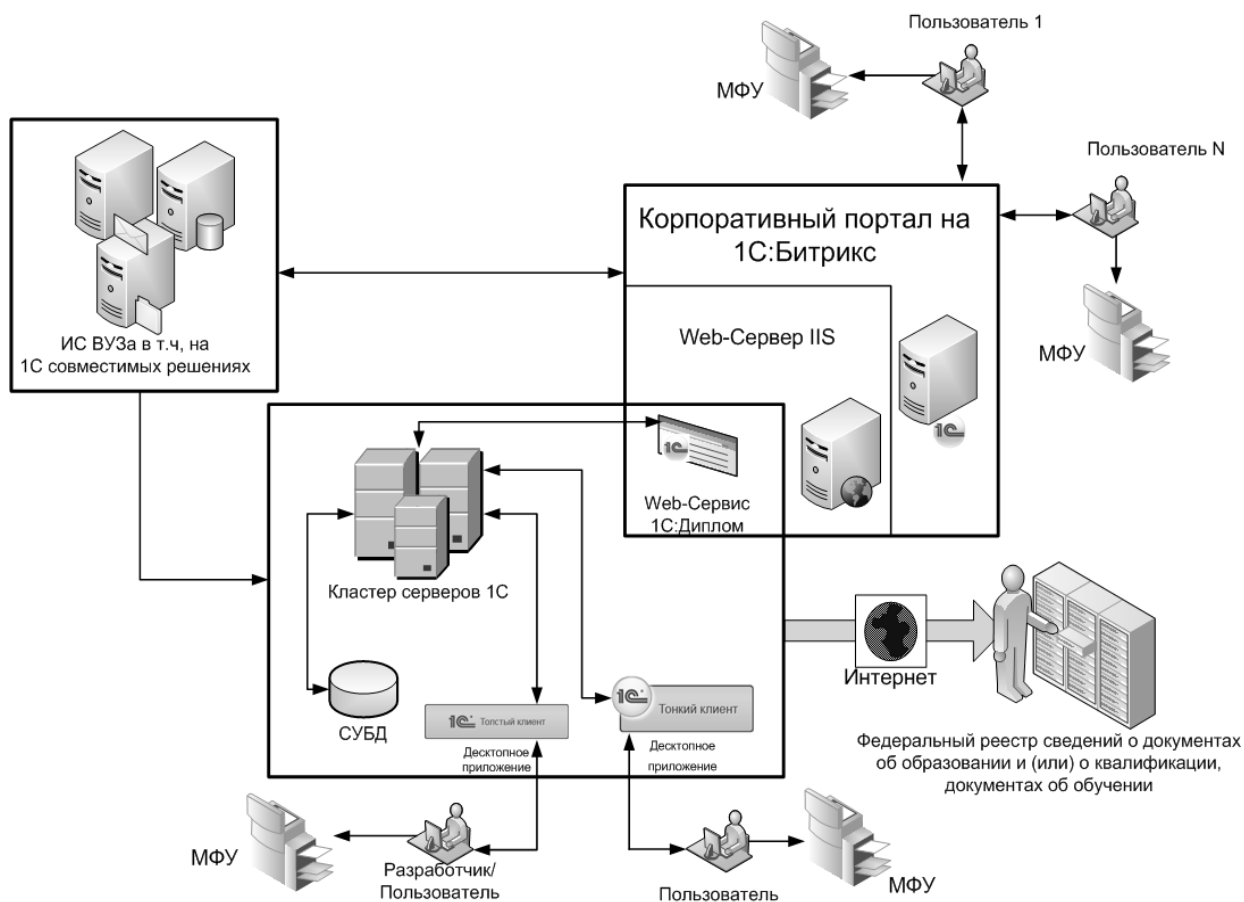


Рисунок 3 – Модель архитектуры разрабатываемой системы

Принимая во внимание клиент-серверную архитектуру разрабатываемой системы предложены следующие варианты размещения:

- размещение системы на серверах образовательных учреждений для внутреннего использования;
- размещение системы на серверах организаций, предоставляющих доступ к веб-интерфейсу системы на коммерческой основе.

Размещение системы на собственных серверах образовательных учреждений позволит автоматически вести внутренний учет вновь выданных документов об образовании; своевременно осуществлять внутренний мониторинг качества образования; самостоятельно модернизировать систему, при наличии достаточной квалификации у IT-специалистов образовательной организации, для более простого внедрения в бизнес-процессы конкретного образовательного учреждения.

При размещении системы на серверах коммерческих организаций образовательные учреждения, не имеющие собственных возможностей для того, чтобы развернуть систему, смогут использовать её для подготовки, печати и учета документов об образовании; за счет такого использования системы практически все образовательные учреждения смогут сэкономить на лицензировании программных продуктов, используемых для этих задач в настоящее время.

Библиографический список

1. Постановление Правительства Российской Федерации от 26 августа 2013 г. № 729. «О федеральной информационной системе «Федеральный реестр сведений о документах об образовании и (или) о квалификации, документах об обучении»».
2. Приказ Министерства образования и науки РФ от 13 февраля 2014г. №112 «Об утверждении Порядка заполнения, учета и выдачи документов о высшем образовании и о квалификации и их дубликатов».
3. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации».
4. Приказ Министерства образования и науки РФ от 1 октября 2013г. №1100 «Об утверждении образцов и описаний документов о высшем профессиональном образовании и о квалификации и приложений к ним»
5. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 152-ФЗ "О персональных данных".
6. Белый А.М. Решение задачи заполнения и печати документов об образовании. Опыт СибГИУ / А.М. Белый, А.Е. Шендриков // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сб.тр. IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2015) с международным участием, посвящённой 95-летию основания кафедры и университета (26-27 марта 2015 г.). – Екатеринбург: Изд. Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ 2015. – С. 166-169.

УДК 517.977.1

ВЛИЯНИЕ ШАГА ДИСКРЕТИЗАЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ДИСКРЕТИЗАЦИИ

**Саламатин А.С., Раскин М.В., Золин К.А., Бурлаченко А.В.
Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Мышляев Л.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nicsu@ngs.ru*

В статье рассмотрена задача влияния шага дискретизации на точность вычислений при использовании различных методов дискретизации. На примере типовых звеньев показана закономерность изменения точности расчетов от изменения шага дискретизации.

Ключевые слова: шаг дискретизации, метод дискретизации, типовое звено, критерий точности расчетов, метод Z-преобразования, метод приближения нулевого порядка, метод рекуррентных уравнений.

Влияние шага дискретизации на точность вычислений при использова-

нии метода конечных разностей было рассмотрено в статье [1], в которой показано, что точность вычислений увеличивается при уменьшении шага дискретизации. В данной статье рассмотрены такого рода зависимости и для других методов дискретизации. Чтобы выявить влияние шага дискретизации на точность вычислений, проведен анализ точности расчетов при использовании метода Z-преобразования и метода приближения нулевого порядка на примере инерционного звена первого порядка с передаточной функцией

$$\varphi(S) = \frac{k}{TS + 1}, \quad (1)$$

где k – коэффициент усиления; T – постоянная времени; S – оператор Лапласа.

Принят критерий точности в виде:

$$Q = \sum_{i=1}^n |y_p(i \cdot \Delta t) - y_a(i \cdot \Delta t)|, \quad (2)$$

где $y_p(i \cdot \Delta t)$ и $y_a(i \cdot \Delta t)$ – расчетные по методам дискретизации и аналитическим решениям значения выходного воздействия в момент времени $i \cdot \Delta t$; i – дискретное время; Δt – шаг дискретизации; n – количество данных принятых для расчета.

Дискретные уравнения для расчета переходных процессов, полученные методом приближения нулевого порядка имеют вид:

$$\begin{cases} y(i \cdot \Delta t) = x(i \cdot \Delta t) \\ x(i \cdot \Delta t + \Delta t) = e^{-\Delta t/T} \cdot x(i \cdot \Delta t) + k(1 - e^{-\Delta t/T}) \cdot u(i \cdot \Delta t), \\ t = i \cdot \Delta t, \\ i = 0, 1, 2, \dots; \end{cases} \quad (3)$$

Дискретные уравнения для расчета переходных процессов, полученные методом Z-преобразования, имеют вид:

$$h^*(t) = \begin{cases} \frac{k}{T} \left(1 - e^{-t/T} \cdot e^{-\Delta t/T} \right), \text{ при } t = 0, \\ 0, \text{ при } t \leq 0, \\ t = i \cdot \Delta t, \\ i = 0, 1, 2, \dots \end{cases} \quad (4)$$

Для наглядного представления результатов вычислений построены графики выходных воздействий при различных шагах дискретизации (y_{p1} при $\Delta t_1 = 0,1$ с и y_{p2} при $\Delta t_2 = 0,5$ с) и при аналитическом решении уравнения (y_a) (рисунки 1 и 2).

Значения Q представлены в таблице 1.

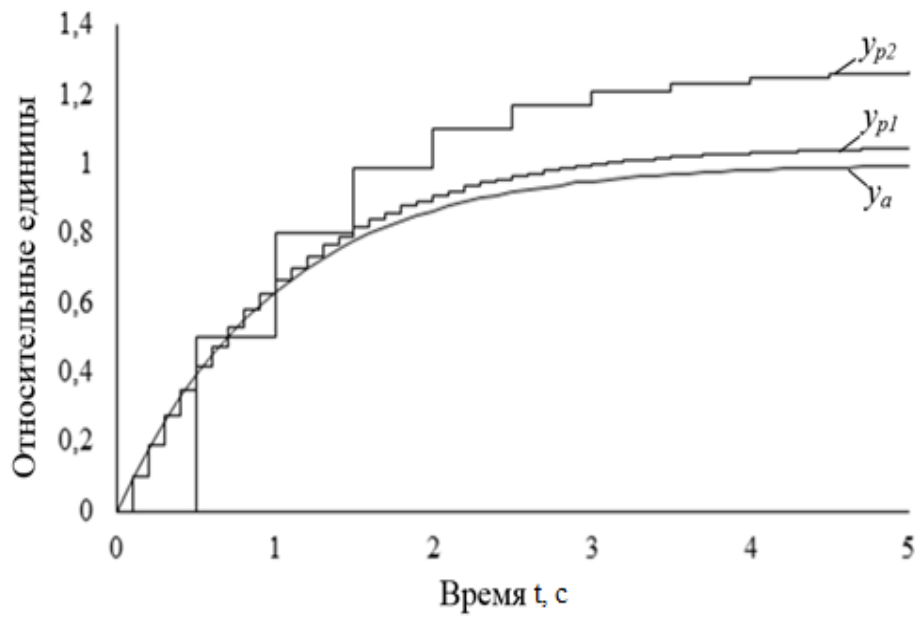


Рисунок 1 – Графики выходных воздействий для инерционного звена первого порядка, полученные методом приближения нулевого порядка

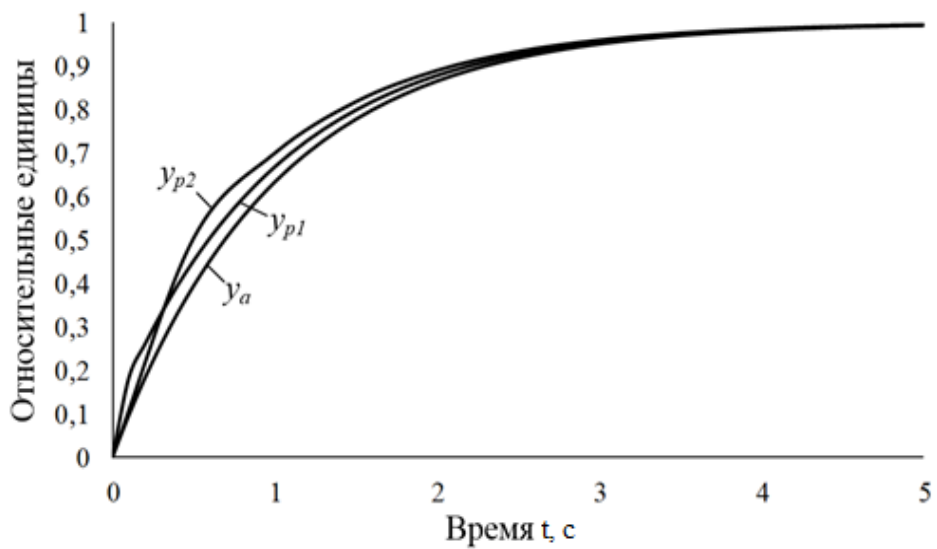


Рисунок 2 – Графики выходных воздействий для инерционного звена первого порядка, полученные методом Z-преобразования

Таблица 1 – Значения критерия точности Q

Метод дискретизации	Приближение нулевого порядка	Z-преобразование
Шаг дискретизации $\Delta t, c$		
0,1	1,54	0,90
0,5	10,10	3,18

Из значений критерия в таблице 1 можно сделать вывод, что увеличения точности можно добиться уменьшением шага дискретизации. Также

следует отметить, что для инерционного звена первого порядка более точный результат можно получить, используя метод Z-преобразования.

Библиографический список

1. Влияние шага дискретизации на точность вычислений / Саламатин А.С., Бурлаченко А.В., Золин К.А., Раскин М.В. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк. СибГИУ, 2014.– С. 252-253.

УДК 622.81

СИСТЕМЫ АЭРОГАЗОВОГО КОНТРОЛЯ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

Суртаев Е.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук Грачев В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Статья посвящена анализу и систематизации данных по существующим системам аэрогазового контроля угольных шахт.

Ключевые слова: система аэрогазового контроля, Микон III, DavisDerby.

Актуальность работы обусловлена современной проблемой безопасности угольных шахт России, которая находится на низком уровне из-за частых и непрогнозируемых взрывов метана и угольной пыли. Наиболее существенным средством улучшения показателей шахтной атмосферы и, как следствие, снижения вероятности взрывов является использование систем аэрогазового контроля (АГК).

Целью доклада является анализ и систематизация данных по системам аэрогазового контроля угольных шахт.

В рамках исследования выделено три задачи. Во-первых, это определение требований, предъявляемых к системам аэрогазового контроля, во-вторых, анализ структур системаэрогазового контроля и, в-третьих, анализ конкретных системаэрогазового контроля.

В рамках решения первой задачи определены общие требования к системам аэрогазового контроля. Эти требования жестко прописаны в ряде нормативных документов, например вРД 05-429-02 «Инструкция по системе аэрогазового контроля в угольных шахтах» [1]. В соответствии с этими стандартами, можно выделить следующие основные функции систем АГК:

- Автоматический газовый контроль. Он заключается в непрерывном централизованном слежении за параметрами рудничной атмосферы, таких как концентрация опасных и вредных газов, скорость движения воздуха, температура, давление, влажность.

- Принятие своевременных мер по обеспечению безопасности труда, в частности по нормализации параметров рудничной атмосферы или прекращении горных работ.

- Хранение информации и последующее её использование при разработке комплексных общешахтных мероприятий по технике безопасности в том числе при расчетах количества воздуха, подаваемого в горные выработки, а также при установлении категории шахты по газопроявлениям.

- Контроль и управление установками и оборудованием для поддержания безопасного аэрогазового режима.

На втором этапе были изучены структуры систем АГК и на основе их анализа определена типовая, наиболее общая структура. Типовая структура системы АГК является, как правило, многоуровневой и состоит из четырех уровней (рисунок 1).

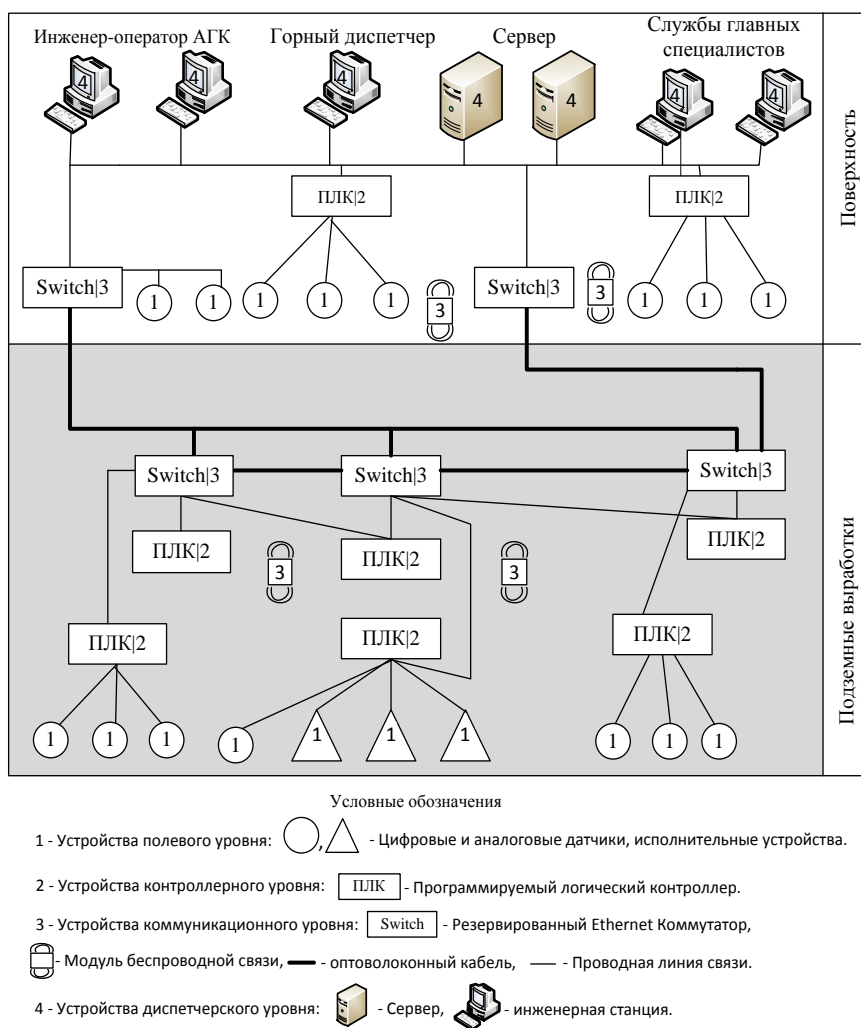


Рисунок 1 – Структура технических средств систем АГК

1. *Полевой уровень.* На этом уровне обеспечивается непосредственное сопряжение системы с горно-технологическими и горно-техническими объектами и персоналом с помощью датчиков, преобразователей, сигнализирующих и исполнительных устройств, щитов, постов и панелей управления.

Элементы полевого уровня выделены на рисунке 1 цифрой “1”;

2. *Контроллерный уровень.* Этот уровень реализуется на подземных устройствах контроля и управления, которые обеспечивают преобразование сигналов, получаемых от аналоговых, дискретных и цифровых датчиков, формирование и реализацию управляющих сигналов для исполнительных и сигнализирующих устройств. Элементы контроллерного уровня выделены на рисунке 1 цифрой “2”;

3. *Коммуникационный уровень.* Этот уровень обеспечивает обмен информацией между устройствами полевого, контроллерного и диспетчерского уровней. Элементы коммуникационного уровня выделены на рисунке 1 цифрой “3”;

4. *Диспетчерский уровень.* Реализуется на наземных серверах, которые обеспечивают высокоуровневый доступ к информации, собираемой системой на объектах контроля. Элементы диспетчерского уровня выделены на рисунке 1 цифрой “4”.

На третьем этапе проводился анализ конкретных систем АГК. Для примера приведем результаты анализа системы АГК “MinewatchPC 21” фирмы DavisDerby (США) [2], как наиболее распространенной системы АГК на угольных шахтах Кузбасса. Система “MinewatchPC 21” представляет собой гибкую систему дистанционного контроля и управления для широкого диапазона функций, таких как контроль окружающей среды и управление шахтным оборудованием. Многофункциональность системы основана на использовании программируемых микропроцессорных устройств в подземных выработках и на поверхности, применении стандартных протоколов и интерфейсов связи, унифицированных электрических сигналов, цифровых методов обработки, хранения, передачи и представления информации. Функции, реализуемые системой, определяются программами работы подземных и наземных вычислительных устройств и набором и местом расположения используемых датчиков, исполнительных устройств и устройств сигнализации.

Рассмотренная система АГК “MineWATCHPC 21” обеспечивает:

- непрерывное централизованное слежение за параметрами рудничной атмосферы в целях текущего обнаружения природных и техногенных опасностей, влияющих прямо или косвенно на состояние рудничной атмосферы;
- принятие своевременных мер по обеспечению безопасности труда;
- хранение информации и последующее ее использование.

Заключение. Несмотря на многочисленные достоинства, современные системы АГК обладают рядом недостатков как технического, так и организационного характера. Главным недостатком для всех систем АГК является возможность осуществления несанкционированного вмешательства. Другими недостатками систем АГК являются:

- ограниченность количества точек контроля метана в лаве, не позволяющая иметь информацию о распределении концентраций CH_4 по всему объекту контроля;
- невозможность с помощью только стационарных датчиков метана

обеспечить быстрое действие АГК менее 0,8 с, регламентированное нормативными документами;

- нерешенность задач, связанных с реакцией АГК на кратковременные пульсации концентраций CH_4 с амплитудой, незначительно превышающей допустимую норму.

Исходя из сказанного, необходимость совершенствования систем аэрогазового контроля для повышения безопасности угольных шахт очевидна.

Библиографический список

1. РД 05-429-02 Инструкция по системе аэрогазового контроля в угольных шахтах. Серия 05. Выпуск 5 / Колл. авт. - М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 68 с.

2. Система АГК “MineWATCHPC 21”: сайт компании DavisDerby [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.davisderby.com/ru/product_group.php?range=5].

УДК 62-529

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА АЛУ «САРТ»

Саламатин А.С., Бурлаченко А.В., Золин К.А., Раскин М.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Андрианов О.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: orange@ngs.ru*

В статье рассмотрена автоматизированная лабораторная установка «САРТ», разработанная на кафедре автоматизации и информационных систем Сибирского государственного индустриального университета.

Ключевые слова: автоматизация, лабораторная установка, измерения, температура, программирование, контроллер, регулирование.

Для углубленного изучения обучаемыми технических дисциплин необходимо проведение лабораторных работ. Для этого важно создать хорошую лабораторную базу на соответствующих кафедрах университета.

В Сибирском государственном индустриальном университете на кафедре автоматизации и информационных систем была разработана автоматизированная лабораторная установка (АЛУ) «САРТ» для проведения лабораторных работ по дисциплинам «Технические измерения и приборы», «Метрология», «Теория автоматического управления», «Автоматизация технологических процессов и производств» для профиля подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств (металлургия, машино-

Согласно рисунку 1, в состав установки входят следующие элементы: 1- ОМК PIC18; 2 - измеритель-регулятор ТРИМ; 3 - блок питания (БП); 4 - цифровые датчики (ЦД) Dallas 18B20; 5 - нагревательный элемент; 6 - вентилятор; 7- IP-камера; 8 - коммутатор; 9 - блок ручного управления (БРУ).

Использование ОМК по сравнению с использованием традиционных регуляторов, таких как измеритель-регулятор ТРИМ, позволяет исследовать влияние цифровой реализации закона регулирования на качество регулирования. Использование ОМК также позволяет реализовать различные законы регулирования и создать различные варианты взаимодействия пользователя с АЛУ «САРТ».

Подключение установки к инфокоммуникационной сети позволяет сделать ее частью лаборатории информационно-измерительных комплексов кафедры АИС. Подключение выполняется с помощью модуля ENC28J60, который преобразует протокол SPI в протоколы Ethernet. Это позволяет удаленно управлять установкой и выводить на сервер или подключенные к нему компьютеры информацию о ходе выполнения технологического процесса (нагрев образца в камере).

Объектами управления в установке являются нагревательный элемент и вентилятор, нагнетающий воздух. Эти объекты получают питание от блоков управления, представляющих собой одноканальные ШИМ-модуляторы с питанием от общего блока питания.

Для питания установки используются блоки питания ОВЕН на 220В, 24В и 5В.

В заключение стоит отметить, что АЛУ «САРТ» имеет низкую себестоимость, что делает ее доступной для использования в лабораториях ВУЗов.

УДК 004.4:658.787.4

ЗАДАЧИ И ФУНКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УЧЁТА КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНИКИ СИБГИУ

Дрепина З.И., Шендриков А.Е., Куксов И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В докладе показана актуальность разработки для Сибирского государственного индустриального университета системы учета компьютерной техники. Представлена UML-диаграмма бизнес-процессов университета, которые данная система позволяет автоматизировать.

Ключевые слова: учёт компьютерной техники, ВУЗы, бизнес-процессы, сбор статистических данных, автоматизация учета, веб-интерфейс.

Учет основных средств, к которым относится компьютерная техника, обычно ведётся в бухгалтерии организации. У IT-отделов часто возникает

необходимость в получении детальной информации о компьютерной технике, которая находится на балансе организации, но у них обычно ограничен доступ к бухгалтерским системам, в которых, к тому же, отражается не вся необходимая информация. В таких случаях организации используют различные инструменты для детализации учета, в том числе рукописные документы, которые призваны выполнять все необходимые функции.

В СибГИУ материальная ответственность возложена на сотрудников подразделений, которых в ВУЗе более 40, что затрудняет сбор статистических данных по компьютерной технике, а также актуализацию сведений о нуждах подразделений и возможностях их удовлетворения. На основании вышесказанного, а также в связи с потребностью в хранении и отображении детальной информации о количественном и качественном составе компьютерной техники, проводимых ремонтах, профилактиках и улучшениях техники, необходимых к закупке комплектующих и расходных материалов, оснащённости компьютерных классов и мультимедийных аудиторий, выполнении заявок на закупку новой техники и списании старой Управлением информатизации было принято решение создать единую систему учета.

Данная система позволяет автоматизировать следующие бизнес-процессы университета:

- постановка закупленной техники на учет в Управлении информатизации;
- перемещение техники между подразделениями;
- ремонт, профилактика или улучшение техники;
- списание техники или комплектующих;
- формирование плана закупок техники и комплектующих.

UML-диаграммы [1] данных бизнес-процессов представлены на рисунках 1, 2, 3, 4, 5.

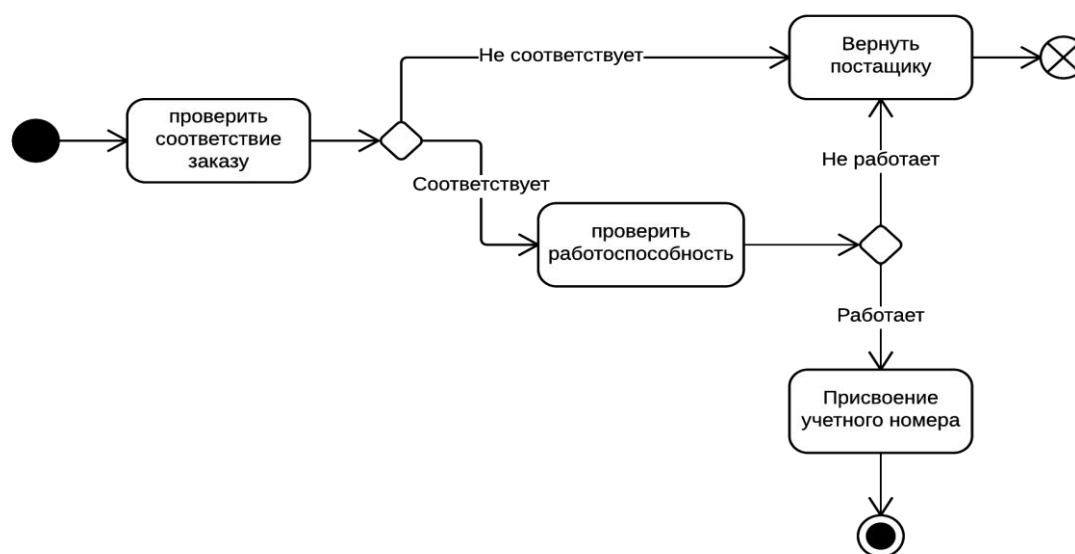


Рисунок 1 – Диаграмма бизнес-процесса постановки техники на учет в Управлении информатизации

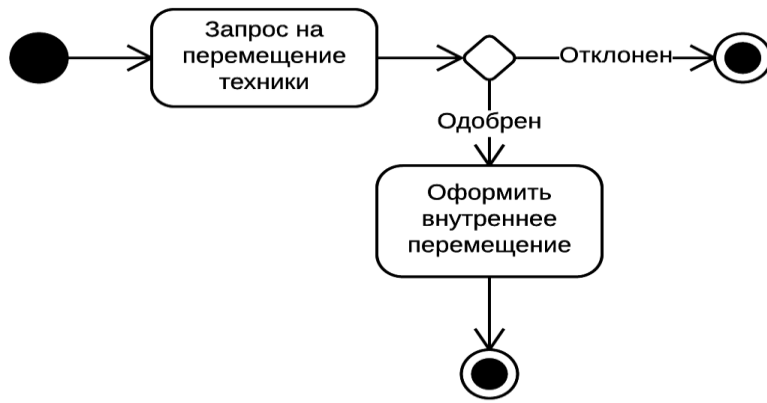


Рисунок 2 – Диаграмма бизнес-процесса перемещения техники между подразделениями

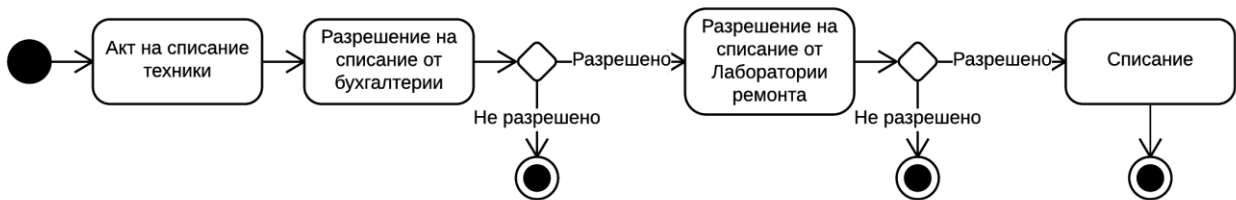


Рисунок 3 – Диаграмма бизнес-процесса списания техники

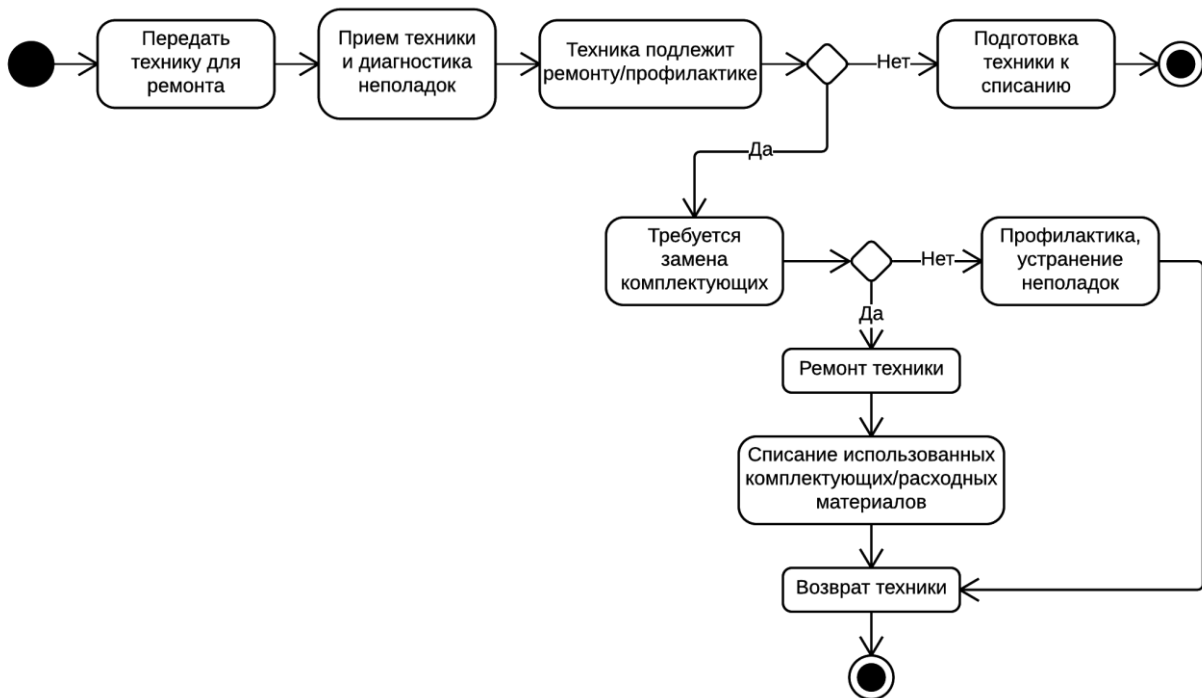


Рисунок 4 – Диаграмма бизнес-процесса ремонта, профилактики или улучшения техники

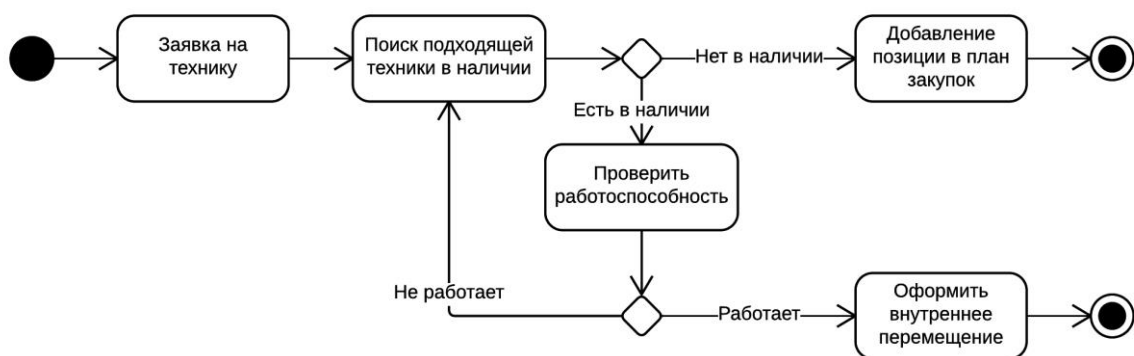


Рисунок 5 – Диаграмма бизнес-процесса формирования плана закупок

Для удобства работы пользователей было решено использовать веб-интерфейс, а также предусмотрена возможность формирования отчетов в различных разрезах по различным параметрам.

Библиографический список

1. Г.Буч. Язык UML. Руководство пользователя/Г. Буч, Дж.Рамбо, А. Джекобсон–5-е изд. –СПб.: ДМК, 2007. – 494с.

УДК 004.42:378.145

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЙ РАБОТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ КЛАССОВ УНИВЕРСИТЕТА

Головина Д.А., Шендриков А.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье описывается автоматизированная система составления расписания компьютерных классов. Представлена ER-диаграмма базы данных разрабатываемой подсистемы формирования расписаний, описан прототип пользовательского интерфейса и связи с другими подсистемами.

Ключевые слова: ВУЗы, эффективность, оптимизация, компьютерные классы, загруженность аудиторий, система построения расписания, веб-интерфейс, интерактивная карта, панорамы.

В условиях сокращения финансирования и вынужденного снижения уровня расходов ВУЗом приходится по-новому подходить к ресурсному обеспечению своей деятельности. В соответствии с планом развития в СибГИУ рассматривается задача снижения затрат на содержание и эксплуатацию компьютерных классов, путем их укрупнения и реорганизации, а также

сокращения простоев, которого можно достигнуть, организовав плотный график загрузки классов.

Эффективным средством достижения поставленной цели может стать система составления расписания рабочего класса, которая позволит сократить время их простоя и снизить затраты на их профилактическое обслуживание. Был проведен анализ существующих решений [1], по результатам которого принято решение о создании собственной системы для условий СибГИУ. В работе [1] предложена структура системы, которая включает в себя подсистемы составления расписания, интерактивные карты и панорамы университета.

Подсистема составления расписания включает в себя базу данных, которая хранит информацию о занятости компьютерных классов. Предусматривается отправка данных о занятости классов в систему «Вузариум» [2], которая осуществляет рассылку информации на мобильные устройства пользователей. Для интеграции с «Вузариумом» в автоматическом режиме необходимо предоставить ссылку на JSON API или JSON файл. На основе данных, полученных из спецификации по интеграции [3], была построена ER-диаграмма базы данных системы, представленная на рисунке 1.

Для взаимодействия с базой данных разработан механизм бронирования рабочего времени класса, и прототип пользовательского интерфейса (формы ввода данных, таблица, предоставляющая данные о том, в какой день и в какое время класс свободен).

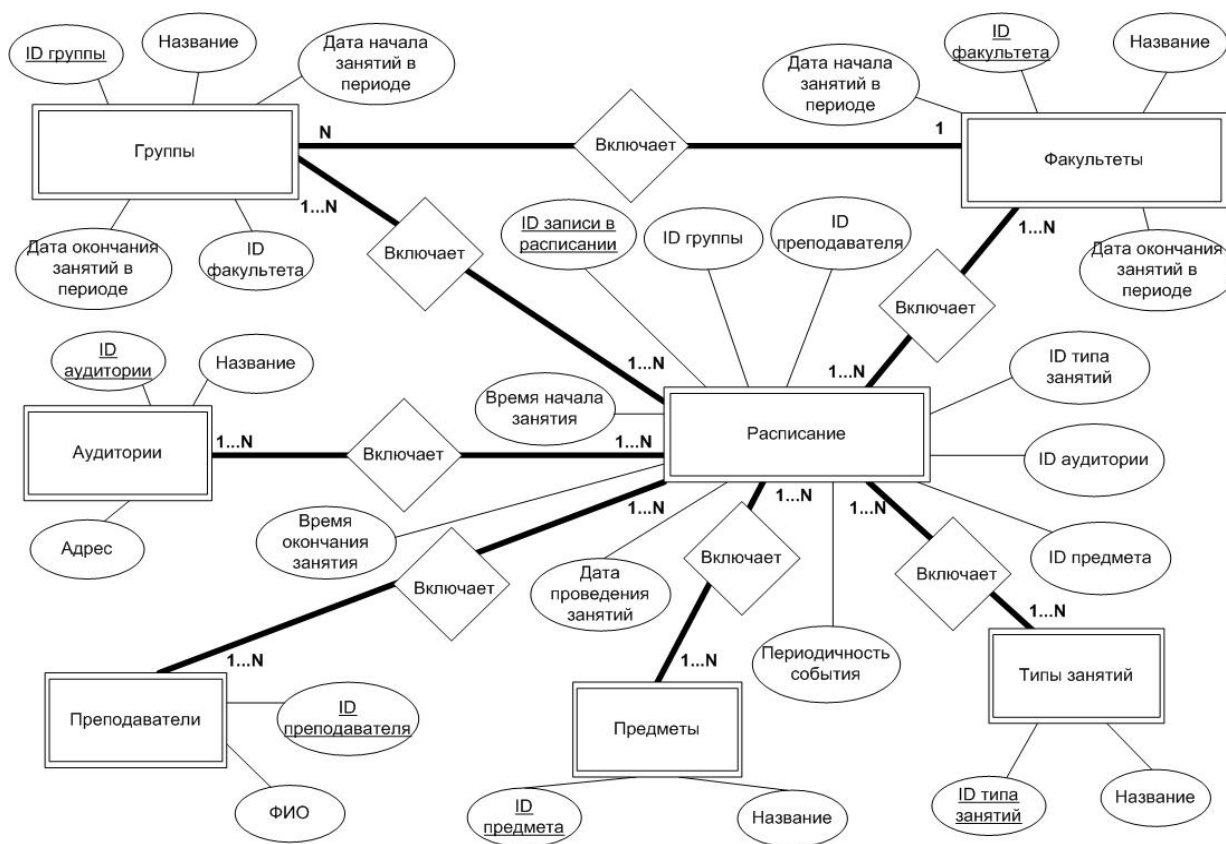


Рисунок 1 – ER-диаграмма внутренней базы данных системы

Для вывода информации о занятости аудиторий в удобном для пользователей формате предлагается использовать таблицу, в которой столбцами являются дни проведения занятий, строками - часы, а на их пересечении будут располагаться цветные блоки, указывающие на конкретное занятие. Пример такой таблицы представлен на рисунке 2.

	Понедельник 17.11	Вторник 18.11	Среда 19.11	Четверг 20.11	Пятница 21.11	Суббота 22.11
08.00		Иванов И.И. дисциплина 2 08:00 09:20				
08.30	Петров П.П. дисциплина 1 08:30 09:30					
09.00						
09.30	Иванов И.И. дисциплина 2 09:30 11:05					
10.00						
10.30						
11.00						
11.30						

Рисунок 2 – Форма расписания работы компьютерного класса

Пользователям предоставляется возможность добавлять новые события на выбранную дату, а также копировать событие на несколько дней или недель вперед. Для этого пользователю нужно вызвать форму бронирования нажатием на свободный промежуток времени в столбце с выбранной датой. Также при наличии прав пользователь может вызвать форму редактирования события нажатием на определенную ячейку. Пример реализуемой формы ввода данных представлен на рисунке 3.

red by Highslide JS

Бронирование класса 459Г на 18.11.14

ИО

Иванов

Предмет

Операционные системы

Время начала

4:30

Время окончания

5:30

Повторять каждую неделю

OK

Рисунок 3 – Форма ввода данных

Система формирования расписания интегрируется с сайтом университета. Чтобы получить доступ к системе, необходимо иметь учетную запись на портале СибГИУ. Интерактивная карта позволит предоставить пользователям информацию о расположении классов в удобном виде. Карта содержит план корпусов со ссылками на планы этажей, на которых отмечены компьютерные классы университета. К каждой отметке на карте прикреплена ссылка на расписание занятий в соответствующем компьютерном классе. Реализация этой подсистемы осуществляется при помощи карты ссылок. Это графический объект языка разметки HTML, связанный с изображением и содержащий специальные области (активные зоны), при нажатии на которые происходит переход по определенному URL[4].

Таким образом, все подсистемы органично взаимодействуют между собой, а реализация системы в комплексе позволяет:

- реализовать современный интерактивный путеводитель, что положительно будет влиять на имидж университета;
- снизить эксплуатационные затраты на обслуживание аудиторного фонда и обновление аппаратной части морально и физически устаревающей техники;
- снизить затраты на лицензирование специализированного программного обеспечения, его обновление;
- произвести перераспределение фонда оплаты труда персонала, обслуживающего компьютерные классы.

Библиографический список

1. Головина Д.А., Шендриков А.Е. Разработка структуры автоматизированной системы планирования расписания компьютерных классов университета для условий СибГИУ // Сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве», 26-27 марта 2015г. - Екатеринбург. - С.190-193.

2. Официальный сайт Расписание ВУЗов. URL: <http://raspisanie-vuzov.ru/> (дата обращения: 10.02.2015).

3. Спецификации по интеграции с проектом «Вузариум». URL: https://docs.google.com/document/d/1BPZkBa5Y_gcGj25Q3eVm7Ftxh0_NG4a1DYhKR-jjfNQ/edit?pli=1 (дата обращения: 11.03.2015);

4. Мержевич В.Справочник по HTML. Тег area. URL: <http://htmlbook.ru/html/area> (дата обращения: 11.03.2015).

ВИРТУАЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР «ВЕНТИЛЯЦИОННАЯ УСТАНОВКА»

Морозов П.А.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Оленников А.А.,
Смирнова Е.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: oaa@circul-m.ru*

Представлен виртуальный тренажер для исследования режимов работы вентиляционных установок использующихся в различных технологических процессах промышленности. Подробно описан процесс взаимодействия пользователя с программой, а также среда разработки данного приложения.

Ключевые слова: виртуальный тренажер, язык программирования, экранная форма, вентиляционный клапан, фильтрационная секция, калориферная установка, вентиляционная секция.

Виртуальный тренажер представляет собой программный комплекс, позволяющий проводить исследования на компьютере без непосредственного контакта с реальной лабораторной установкой или стендом. Виртуальный тренажер, как правило, сочетает в себе имитационную динамическую модель оборудования и оболочку, включающую методическое сопровождение лабораторной работы. Динамическая модель формируется из совокупности элементов управления, позволяющих регулировать конкретные входные параметры и считывать выходные параметры опыта, тем самым имитируя протекание физических процессов. С развитием компьютерной графики стало возможным создавать высокореалистичные трехмерные модели лабораторных установок, станков, приборов и прочих объектов. Гармоничное сочетание текстур материалов и освещения, а также возможность перемещения камеры в трехмерном пространстве, дает наиболее полное ощущение виртуальной реальности.

Представленный тренажер «вентиляционная установка», главная форма которого показана на рисунке 1, разработан в среде Visual Basic.NET – это новый мощный язык программирования, созданный корпорацией Microsoft. Этот язык программирования не позволяет программировать по-старому, т.к. по сути, является совершенно другим языком, таким же, как и любой другой язык программирования для платформы .NET. Индивидуальность языка, так же как и его преимущества (простота, скромность создания программ, лёгкость использования готовых компонент) при использовании в среде .NET не имеют такого значения, как раньше — всё сосредоточено на возможностях самой системы .NET, на её библиотеке классов. Сохранив во многом внешнюю простоту своего предшественника – языка Visual Basic 6.0 – он радикально обогатил и усложнил свое внутреннее содержание, предоставив программисту огромное количество новейших инструментов. Самый

главный из них – настоящее, полноценное объектно-ориентированное программирование. Среда разработки Visual Basic считается идеальным средством быстрой разработки прототипов программы, для разработки приложений баз данных и вообще для компонентного способа создания программ, работающих под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows.

Прежде всего, тренажер ориентирован на изучение режимов работы вентиляционных систем используемых в технологических процессах на предприятиях. Позволяет оценить эффективность вентиляции, которая зависит не только от количества воздуха, подаваемого в сеть воздуховодов, но и от принятой схемы воздухораспределения и концентрации вредных веществ в наружном воздухе в местах расположения воздухозаборов.

Согласно рисунку 1 программа состоит из трех секций, каждая из которых, имеет воздушный клапан, фильтр, калорифер и вентилятор. Воздушный поток, забираемый из внешней среды, проходит через вентиляционный клапан и поступает в секцию фильтров, затем при помощи калориферных установок догревается до требуемой температуры и вентилятором подается в сеть воздуховодов. При помощи вентиляционных клапанов возможно регулирование расхода воздуха поступающего в установку.

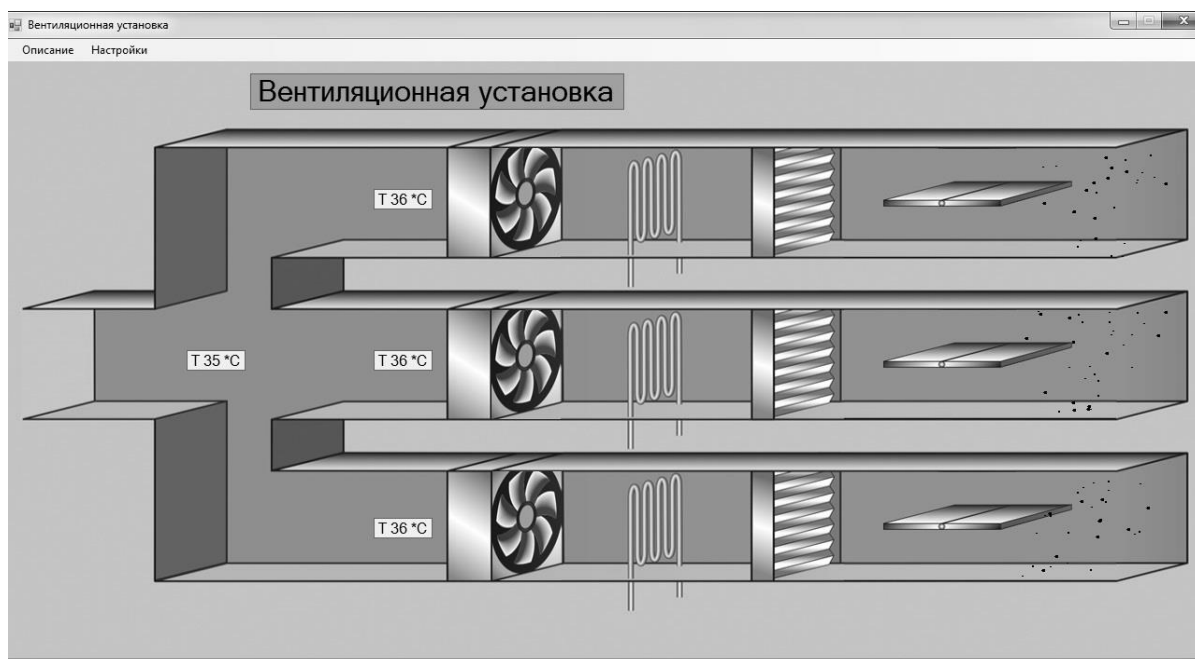


Рисунок 1 – Основной экран программы

Ввод данных выполняется в специальной форме (рисунок 2), которая содержит следующие пункты: температура наружного воздуха (диапазон вводимых данных от -50 до 50 °С) – температура воздуха поступающего в вентиляционную установку; температура воздуха на входе калорифера (диапазон вводимых данных от 20 до 200 °С) – температура воды, поступающей на вход калорифера для нагрева воздуха поступающего в вентиляционную систему; температура на выходе калорифера (диапазон вводимых данных от

20 до 200 °С) – температура воды после калорифера; расход воды на калорифер (диапазон вводимых данных от 0 до 50 кг/ч) – масса воды, проходящая через калорифер за единицу времени (час); работа вентилятора (диапазон вводимых данных от 1 до 20000 м³/ч) – объем воздуха проходящего через вентиляционный канал за единицу времени (час).

The image shows a software window titled "Настройки" (Settings) with three sections for configuring ventilation units. Each section contains five input fields with numerical values.

Вентустановка №1	Вентустановка №2	Вентустановка №3
Темп. наружного воздуха, С:	0	0
Темп. на входе калорифера, С:	100	100
Темп. на выходе калорифера, С:	10	10
Расход воды на калорифер, кг/ч:	1	1
Работа вентилятора, м3/ч:	10	10

At the bottom of the window are three buttons: "OK", "Cancel", and "Close".

Рисунок 2 – Окно ввода данных

Более конкретная установка параметров выполняется непосредственно по клику на блок расположенный на рисунке 1. Например, для того, чтобы изменить расход воздуха поступающего в систему достаточно кликнуть по элементу расположенному на экранной форме и указать степень открытия клапана в диапазоне от 0 до 100%. Подобным действием возможна корректировка технических характеристик фильтрационных секций, где можно задать тип фильтра, его материал, степень эффективности и т.д. У калориферных установок также указывается их марка и количество последовательно и/или параллельно установленных секций. У вентилятора указывается его марка, производительность и число оборотов.

В программе существует функция ввода начальных условий для расче-

та возможных ситуаций поведения воздушных потоков (выражающихся графически на основном экране программы) и расчета выходных значений температуры воздуха.

Для всех трех вентиляционных секций вводимые данные различны, что позволяет настраивать каждую секцию более гибко, тем самым создавая различные условия и оценивать суммарный результат.

Библиографический список

1. Гарнаев А. Самоучитель Visual Studio .NET 2003; БХВ-Петербург – Москва, 2013. – 688 с.
2. Голощапов Алексей Microsoft Visual Studio 2010; БХВ-Петербург – Москва, 2011. - 544 с.
3. Левинсон Джефф Тестирование ПО с помощью Visual Studio 2010; ЭКОМ Паблишерз – Москва, 2012. – 314 с.

СОДЕРЖАНИЕ

I. ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ	3
<u>Бендре Ю.В., Зенцова С.В., Кобзарева Т.Ю., Козак О.А.</u> Эффект влияния подачи электрического потенциала на скорость газовой коррозии титанового сплава ВТ6 в тетрахлориде углерода.....	3
<u>Романов Д.А., Гончарова Е.Н.</u> Элементный и фазовый анализ покрытия TiV ₂ -Mo, сформированного на стали электровзрывным методом.....	6
<u>Ярополова Н.Г., Бондаренко К.Ю., Загуляев Д.В., Комиссарова И.А.</u> Влияние магнитного поля на изменение зеренной структуры меди, разрушенной при ползучести.....	9
<u>Терентьева А.А.</u> О бионанотехнологии.....	11
<u>Шаяхметов Р.Х., Высоцкая Е.А.</u> Квантово-размерные эффекты. Квантовые нити и квантовые точки.....	12
<u>Алсараева К.В.</u> Многоцикловая усталость силумина, подвергнутого обработке высокоинтенсивным импульсным электронным пучком.....	14
<u>Любочка А.В., Тяпкина В.Э.</u> Биоматериалы: свойства и применение.....	17
<u>Ракуц Р.О., Серикова М.К., Татарина Е.С.</u> Оценка экологического риска от выбросов в атмосферу цеха по производству труб и электродов.....	20
<u>Кобзарева Т.Ю., Романов Д.А.</u> Изменение структуры поверхностного слоя титанового сплава ВТ6 после комбинированной обработки.....	23
<u>Медведев Г.В., Горлова Н.Н., Печеникова Д.С.</u> Эффективность использования родия при получении пористых проницаемых каталитических материалов высокотемпературным синтезом.....	26
<u>Байдалин А.Д.</u> Графен. Дендримеры. Свойства и применение.....	29

<u>Морозов К.В., Алсараева К.В., Перегудов О.А.</u> Эволюция структурно-фазовых состояний в поверхностном слое рельсов при длительной эксплуатации.....	32
<u>Петелин А.Е., Полосухин К.А., Петелина Ю.П.</u> Влияние плотности дислокаций на динамику расширения дислокационной петли по винтовой ориентации в меди.....	36
<u>Высоцкая Е.А.</u> Научная школа кафедры физики имени профессора В.М. Финкеля: основатели, достижения и партнеры.....	39
<u>Соколова Р.А.</u> Небольшой размер, но качественное освещение - как?	42
<u>Осинцев К.А., Бутакова К.А., Комиссарова И.А., Косинов Д.А.</u> Изменение скорости ультразвуковой волны в титане BT1-0 после элеткронно-пучковой обработки.....	45
<u>Любочка А.В., Тяпкина В.Э.</u> Перспективы подготовки выпускников СибГИУ в области современных нанотехнологий.....	48
<u>Капралов Е.В., Романов Д.А.</u> Свойства наплавки, сформированной на стали порошковой проволокой.....	50
<u>Меркулова К.В., Досымбетова А.А.</u> Наножидкости: история, свойства, применение.....	53
<u>Соснин К.В., Романов Д.А.</u> Свойства и структура титана после поверхностного легирования иттрием	55
<u>Коноз К.С.</u> Исследование обезуглероживания кремнистых рессорно-пружинных сталей при применении защитных покрытий	58
<u>Запольская Е.М., Максакова К.Е., Коноз К.С.</u> Исследование влияния снижения тепловых потерь через футеровку металлургических ковшей на энерготехнологическую эффективность стандов высокотемпературного разогрева.....	62
<u>Полевой Е.В.</u> Совершенствование химического состава и режимов термической обработки рельсов с использованием тепла прокатного нагрева	68

II. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ	75
Беляева А.К., Баклушина И.С. Об оптимизации конструктивной схемы строительной фермы.....	75
Максимова Е.Н. Проектирование профилей звеньев центроидной пары для механизма с перекатывающимся рычагом.....	78
Левичева К.В. Развитие инновационных стратегий в машиностроении на примере ОАО «Алтайгеомаш».....	81
Ле Суан Хонг Модернизация системы тягового электропривода вагонов метрополитена.....	84
Тутынин А.В. Кинематическое исследование роликового кантователя в режиме захвата заготовки.....	88
Игошин И.С., Потапов И.С. Управление точностью фрезерования нежестких деталей.....	90
Яскевич О.М. <i>n-m</i> характеристики кинематических цепей второго вида.....	95
III. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА	99
Никитина Н.А. Зелёный дом с элементами городского земледелия.....	99
Кривинцова Е.Е. Современная общеобразовательная школа на 800 учащихся.....	103
Иванов А.И., Сыромясов В.А. Изучение вещественного состава золы от сжигания углеродсодержащих отходов в вихревых топках.....	106
Иванов А.И., Сыромясов В.А. Получение ячеистых бетонов на основе зол отходов углеобогащения.....	110
Бугаева М.П., Щербинина Е.О. Исследование золы Беловской ГРЭС с целью применения ее для получения цемента	113
Горячев И.Е. Применение горелой породы для производства безклинкерного цемента.....	115

Ильиных Е.Е. Использование золы как мелкого заполнителя бетона и компонента безклинкерного цемента.....	119
Санникова Ю.Ф. Исследование газоочистной пыли известкового и ферросплавного производства.....	121
Зубова А.Б. Гранулированный шлак как компонент вяжущего.....	124
Шульц Е.И. Техногенный продукт ферросплавного производства. Его применение для получения цемента.....	129
Десятова А.С., Тюменцев С.А., Семенова И.Е., Алексеева М.П. Переработка отходов углеобогащения как сырья для получения строительных материалов.....	133
Романова А.Ф., Девяткина Д.О., Алексеева М.П. Применение отходов обогащения железной руды для производства строительных материалов.....	136
Губанова Е.М. Влияние тонкости помола и количества добавки перлитовой породы на свойства портландцемента.....	140
Некрасова Л.В., Тюменцев С.А., Алексеева М.П. Исследование отходов энергетики для применения в производстве строительных материалов.....	144
Щербинина Е.О. Использование золы Томь-Усинской ГРЭС для производства строительных материалов и изделий.....	148
Курачева М.В., Логвиненко В.А., Маколкина В.И., Ляпина М.С. Отход метизного производства - красный пигмент.....	151
Шадрин С.А. Производство товарного бетона.....	154
Губанова Е.М. Получение вспученного перлитового песка для теплоизоляционных материалов и изделий.....	158
<u>Агапов О.В.</u> Проектирование металлического одноэтажного промышлен- ного здания «механосборочный цех среднего машиностроения».....	161

Тюменцев В.И. Оползни, причины возникновения.....	163
<u>Бронников И.В.</u> Стальные каркасы промышленных зданий.....	165
<u>Брыков В.С.</u> Легкие металлические конструкции в современном строительстве.....	168
<u>Лукьянов Д.А.</u> Блок индивидуальных гаражей в г. Новокузнецке.....	171
<u>Обанин А.А.</u> Восемнадцатизэтажный сборно-монолитный жилой дом в г. Новокузнецке.....	174
<u>Семухин Р.О.</u> Устройство легкосбрасываемых конструкций покрытия надбункерной галереи здания «ЗСТЭЦ»	177
<u>Спартак И.Д.</u> Архитектурные и конструктивные решения двенадцатизэтажного жилого дома в городе Новокузнецке.....	180
<u>Дербичева Н.С.</u> Особенности проектирования здания технического обслуживания и ремонта карьерных автосамосвалов и горнотранспортной техники.....	183
<u>Лазарева Е.В., Ефимов И.С.</u> Возможность использования стержневых систем для сейсмоизоляции в многоэтажных зданиях в сейсмоактивных районах.....	186
<u>Лазарева Е.В.</u> Особенности конструктивных решений здания литейного цеха металлургического комбината в г. Новокузнецке.....	190
<u>Силантьева А.А.</u> Косвенное армирование несущих конструкций цеха металлических конструкций в г. Новокузнецке.....	193
<u>Проклушина Д.Е.</u> Проектирование здания ремонтного цеха пассажирского автопредприятия в г. Новокузнецке с учетом климатических особенностей.....	196
Абдуллоев З.З. Опыт проектирования фундаментной плиты под многоэтажное сейсмостойкое здание.....	199

<u>Агафонов А.Е., Максимов Ф.С.</u> Building Information Model.....	201
<u>Воробьев В.С.</u> Особенности проектирования конструкций нулевого цикла для многоэтажных жилых зданий в сейсмических районах.....	204
<u>Дьячков С.В.</u> Исследование расхода арматуры для обеспечения нормативной величины раскрытия трещин в изгибаемом железобетонном элементе.....	206
<u>Коровин М.В.</u> Особенности проектирования здания блока очистки шахты «Есаульская» в г. Новокузнецке.....	209
<u>Смирнов М.О.</u> Архитектурные и конструктивные решения Храма Святой Троицы в Новоильском районе города Новокузнецка.....	212
<u>Стародубов А.А.</u> Изучение вопросов эффективности использования лёгких металлических конструкций по сравнению с традиционными используемыми металлическими конструкциями и прокатных и листовых профилей.....	214
<u>Швецов А.А.</u> Хоспис - это место, где больные находят покой и умиротворение.....	216
<u>Веретенникова О.В.</u> Использование программы «PLAXIS» при изучении напряженно-деформированного состояния грунтового основания под подошвой ленточного щелевидного фундамента.....	218
<u>Мещеулов Н.В.</u> Изучение сжато-изгибаемых железобетонных конструкций по наклонным сечениям на податливых опорах при динамическом воздействии.....	222
<u>Сташкевич А.В.</u> Интегрированный жилой комплекс в железнодорожном районе г. Новосибирска.....	225
<u>Боброва Е.Е.</u> Применение самоуплотняющегося бетона.....	231
<u>Курлыкова Е.С.</u> Возведение зданий из многослойных 3D-панелей.....	234

<u>Губко В.П.</u>	238
Статическое вдавливание свай.....	
<u>Кузина А.С.</u>	241
Строительство домов из грузовых контейнеров.....	
<u>Белоусов Н.С.</u>	244
Зимнее бетонирование при монолитном строительстве.....	
<u>Поправка И.А.</u>	248
Альтернативные способы отопления: энергетические сваи.....	
<u>Истерин Е.В.</u>	250
Экологически чистый утеплитель, полностью изготовленный из древесины.....	
<u>Ситникова Ю.С.</u>	251
Солнечное горячее водоснабжение.....	
<u>Черданцева Д.П.</u>	254
Доступное жилье для маломобильных групп населения.....	
<u>Овечкина О.А.</u>	257
Сбор и повторное использование дождевых и талых вод с кровель зданий.....	
<u>Дурыгина К.И.</u>	259
Обработка и утилизация осадков городских сточных вод.....	
<u>Калашникова Е.С.</u>	262
Применение современных технологий при очистке городских сточных вод и обработке осадка.....	
<u>Танасогло О.А.</u>	267
Реконструкция сооружений по очистке сточных вод г. Междуреченска.....	
<u>Егорцев А.С.</u>	272
Проблемы повторного использования промывной воды на станциях водоподготовки.....	
<u>Лаврик О.Е.</u>	275
Влияние флотационного способа обработки городских сточных вод на качество очищенной воды.....	
<u>Ланге В.Е.</u>	279
Фильтрующий материал для очистки шахтных вод.....	
<u>Баклаков С.Е.</u>	283
Мембранные технологии в очистке природной воды.....	

Мацук В.Ю., Шохин В.А., Лисеенко А.В. Исследование дополнительных тепловых потерь в учебных корпусах СибГИУ.....	286
Лежнёва Ю.А., Алексеева Е.Г. Тепловые потери в системе теплоснабжения.....	289
Вилегжанин Л.С. Проблемы строительства и эксплуатации объектов теплоснабжения.....	293
Мацук В.Ю. О накопленном опыте в области энергосбережения бюджетных организаций.....	296
Бахтиярова Ю.В. Очистка поверхностного стока с территорий промпредприятий.....	299
Стрельников А.А. Системы водоснабжения и водоотведения города Санкт-Петербурга.....	303
Стрельников А.А. Система биомониторинга водоканала города Санкт-Петербурга.....	306
Егорцев А.С. Водообеспечение завода «Кузнецкие ферросплавы».....	310
Печенкина М.В. Модернизация осветлителей со слоем взвешенного осадка.....	314
Щербенкова В.В. Влияние грунтов основания на работу каркаса.....	316
IV. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ.....	319
Гудков М.Ю. К разработке системы управления инцидентами в АСУТП теплоэлектроцентрали.....	319
Спесивцев Н.С. Модель и программный комплекс для расчета потерь давления в секциях котла-утилизатора.....	324
Барышева К.В. О развитии правовых автоматизированных систем зарубежных стран и России.....	327

Гончарова Н.В. Совершенствование инфокоммуникационной сети университетского кампуса СибГИУ.....	331
<u>Базылев А.К.</u> Роль мировых массовых открытых онлайн-курсов в образовании.....	334
<u>Лысков А.В.</u> Русскоязычные массовые открытые онлайн-курсы.....	336
Парфенов К.В. Система автоматизации установки вдувания пылеугольного топлива в доменные печи ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК».....	338
Фисенко А.И. Классификатор адаптивных изменений интерфейса мобильных устройств	342
Каюда А.В., <u>Петелина Ю.П.</u> Разработка информационной системы электронного документооборота.....	345
Порошин К.С., Матросов С.В. К проблеме повышения качества распознавания речи.....	348
<u>Борисов Р.С.</u> Разработка и программная реализация программы для решения задач одномерной безусловной оптимизации поисковыми методами.....	350
Храмов С.Д. Применение тестового метода повышения точности измерения на примере ультразвуковых уровнемеров.....	353
Гусев М.М. К вопросу моделирования социальной сети.....	356
<u>Мартусевич Е.А.</u> Разработка и программная реализация алгоритмов движения пассажирского лифта.....	358
<u>Никулина Е.Г.</u> Разработка и программная реализация приложения для агентства недвижимости в системе «1С: Предприятие».....	363
<u>Кочев П.С.</u> Интеллектуальная система распознавания поверхностных дефектов рельсов.....	368
<u>Ковалев Н.В.</u> Интеллектуальная система диагностики состояний доменной печи.....	371

<u>Пургина М.В., Койнов Р.С.</u> Об инфраструктурных изменениях систем организационного управления, функционирующих в условиях неопределенности.....	374
<u>Милованова А.М., Милованов М.М.</u> Разработка и программная реализация приложения для мобильных устройств для планирования личного времени.....	377
<u>Береснев И.В.</u> Модернизация автоматизированной информационной системы складского учета.....	380
<u>Пачковский П.В.</u> Автоматизированная информационная система сбора и обработки медико-статистических данных.....	383
<u>Кириянов Р.Н.</u> Автоматизированная информационная система учета научно-практических разработок университета.....	386
<u>Багрей Д.О.</u> Автоматизированная информационная система учета флюорографических осмотров населения.....	388
<u>Басин Н.А.</u> Решение задачи автоматизированного составления расписания на базе 1С:Предприятия для сети кинотеатров «ПЛАНЕТА КИНО».....	391
<u>Басин Н.А.</u> Разработка на базе 1С: Предприятие web-сервиса онлайн-бронирования билетов для сети кинотеатров.....	395
<u>Дорошенко В.А.</u> Использование преобразования Гильберта-Хуанга для выделения и анализа компонент медленноволновых процессов гемодинамики человека для оценки его функционального состояния.....	398
<u>Макаров Г.В., Буркова Е.В.</u> Моделирование сигналов с заданными нетиповыми свойствами.....	401
<u>Гусев К.Н., Мельников Н.С.</u> Разработка и программная реализация системы позиционирования и мониторинга объекта в среде разработки Android Studio.....	406
<u>Мельников Н.С.</u> Разработка и программная реализация программы для наблюдений за действиями пользователей.....	408

Пантелеев А.Е. Разработка и программная реализация системы управления расписанием на сайте университета.....	411
Раецкий А.Д. Разработка механизма передачи объектов по сети на платформе .NET 4.5	414
Макаров Г.В., Буркова Е.В. Моделирование комбинированных воздействий в задачах управления подобием.....	418
Буркова Е.В., Золин К.А., Бурлаченко А.В. Разработка программного модуля для оценивания совместного подобия объектов управления и внешних воздействий.....	422
Шендриков А.Е., Куксов И.А., Шуварики Д.П., Устинов С.В. Разработка подсистемы размещения сведений об учебно-методическом обеспечении образовательных программ в электронной информационно-образовательной среде университета.....	425
Белый А.М. Проектирование системы заполнения и печати документов об образовании.....	428
Саламатин А.С., Раскин М.В., Золин К.А., Бурлаченко А.В. Влияние шага дискретизации на точность вычислений при использовании различных методов дискретизации.....	431
Суртаев Е.Д. Системы аэрогазового контроля угольных шахт.....	434
Золин К.А., Саламатин А.С., Раскин М.В., Бурлаченко А.В., Автоматизированная лабораторная установка АЛУ «САРТ».....	437
Дрепина З.И., Шендриков А.Е., Куксов И.А. Задачи и функции автоматизированной системы учёта компьютерной техники СибГИУ.....	443
Головина Д.А., Шендриков А.Е. Автоматизированная система формирования расписаний работы компьютерных классов университета.....	442
Морозов П.А. Виртуальный тренажер «Вентиляционная установка».....	446

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть IV

*Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых*

Выпуск 19

Под общей редакцией

М.В. Темлянцева

Технические редакторы

Г.А. Морина

Л.С. Ширяева

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 27,29 Уч.-изд. л. 29,73. Тираж 300 экз. Заказ № 711

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ