

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

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ЧАСТЬ V**

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
16 - 18 мая 2017 г.*

**выпуск 21**

Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева

**Новокузнецк  
2017**

ББК 74.580.268  
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор М.В. Темлянецв,  
д-р техн. наук, профессор Г.В. Галевский,  
д-р техн. наук, доцент А.Г. Никитин,  
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, 2017.–  
Вып. 21.– Ч. V. Технические науки.– 390 с., ил.–161, таб.–34 .

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области технических наук: теории механизмов, машиностроения и транспорта, новых информационных технологий и систем автоматизации управления, актуальным проблемам строительства, металлургическим процессам, технологиям, материалам и оборудованию.

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

# I. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

УДК 656.073:519.8

## АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЕМ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ТЕРМИНАЛА

Рымкевич А.А., Серебряков И.А.

**Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Новичихин А.В.**

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

Представлены основы методического подхода к управлению транспортно-логистическим терминалом на основе инструментария теории систем массового обслуживания. Приведены его основные функции и разработан алгоритм управления функционированием.

Ключевые слова: алгоритм управления, транспортно-логистический терминал, функции терминала, теория систем массового обслуживания.

В настоящее время транспортные процессы во всем мире стали чрезмерно глобализированными [1], что обуславливает трудоемкость планирования и организации перевозочных процессов. При осуществлении перевозочного процесса и различных операций с грузом на начальном-конечных стадиях, возникают проблемы, негативно влияющие на эффективное функционирование транспортной системы. Решение взаимосвязанных и обуславливающих прикладных задач для объектов транспортной инфраструктуры возможно на основе инструментария теории систем массового обслуживания (СМО) [2].

В современных условиях хозяйствования эффективность транспортных процессов существенно зависит от функционирования транспортно-логистических терминалов (ТЛТ). ТЛТ – это многофункциональный инфраструктурный комплекс, который включает в себя совокупность технических средств и объектов, находящихся в начальном, промежуточном или конечном пунктах транспортной сети и способствующих гибкому распределению грузопотоков посредством эффективного взаимодействия различных видов транспорта. ТЛТ образует сложную динамическую систему, в которую поступают случайные потоки требований (нормальный, регулярный, простейший, эрланговский и другие). Система ТЛТ предназначена для эффективного выполнения начально-конечных и сопутствующих операций с грузами при обеспечении различных типов перевозок: унимодальных, мультимодальных, интермодальных и т.д. [3].

К основным функциям ТЛТ относятся [4, С.70]: 1) погрузочно-разгрузочные и складские работы; 2) ответственное хранение; 3) сортировка, упаковка, формирование отправок; 4) информационное и финансовое обслуживание клиентов.

Эффективное функционирование ТЛТ обеспечивается результативным

и своевременным решением задач по обеспечению устойчивой работы при перманентных внешних воздействиях, к которым относятся изменение набора заявок, наличия парка транспортных средств (в том числе арендованного), конкурентоспособности на рынке транспортных услуг и стратегий развития транспортных сетей. Внешние воздействия обуславливают необходимость гибкого периодического решения следующих задач функционирования: 1) сокращение простоев транспортных и погрузочно-разгрузочных средств; 2) устранение неисправностей в работе обслуживающих устройств; 3) оптимизация параметров и структуры ТЛТ. Также негативное влияние на функционирование оказывают следующие внутренние факторы: несогласованность потоков требований перерабатывающей способности и инфраструктурным возможностям, образование очередей и ошибки управляющей системы ТЛТ.

Для выявления различных отклонений от планируемых показателей работы, периодического и гибкого изменения параметров, режимов и планов необходима разработка алгоритма управления функционированием ТЛТ.

Разработка алгоритма управления функционированием ТЛТ на основе теории систем массового обслуживания обеспечит решение задач планирования и организации транспортно-логистических процессов, направленных на обслуживание входящих требований (заявок). При решении этих задач функционирования ТЛТ применяется исследование и описание входящих потоков требований СМО. На основе исследования устанавливаются параметры и закономерности работы терминала, которые влияют на эффективность его функционирования. Планирование работы терминала осуществляется на основе следующих параметров: число подъездных путей и обслуживающих аппаратов, приоритет и время обслуживания, длина очереди, время ожидания обслуживания, перерабатывающая способность, стоимости операций и т.д.

В этой связи для планирования, координации и учета изменений транспортных потоков и организации транспортных процессов предлагается алгоритм управления функционированием ТЛТ (рисунок 1), который состоит из следующих этапов:

Этап 1. Вводятся данные о работе терминала в соответствии с планами. К основным показателям относятся:  $n$  – число каналов обслуживания,  $\mu$  – интенсивность обслуживания,  $\lambda$  – интенсивность поступления требований. Определяются планируемые показатели работы терминала, которые необходимы для эффективного функционирования терминала в заданных условиях.

Этап 2. Определяются текущие показатели работы терминала натурно-модельным способом.

Этап 3. На третьем этапе осуществляется поэлементное сравнение текущих и планируемых показателей работы. На основе выявленных отклонений производится анализ причин и определение потенциальных последствий – прогноз работы ТЛТ в измененных условиях. Отклонения, превышающие нормативные значения (проблемные ситуации), могут инициировать отказы в обслуживании, несогласованность потока требований, образование очередей

дей, увеличение стоимости операций, а также превышение перерабатывающей способности и снижение эффективности функционирования.

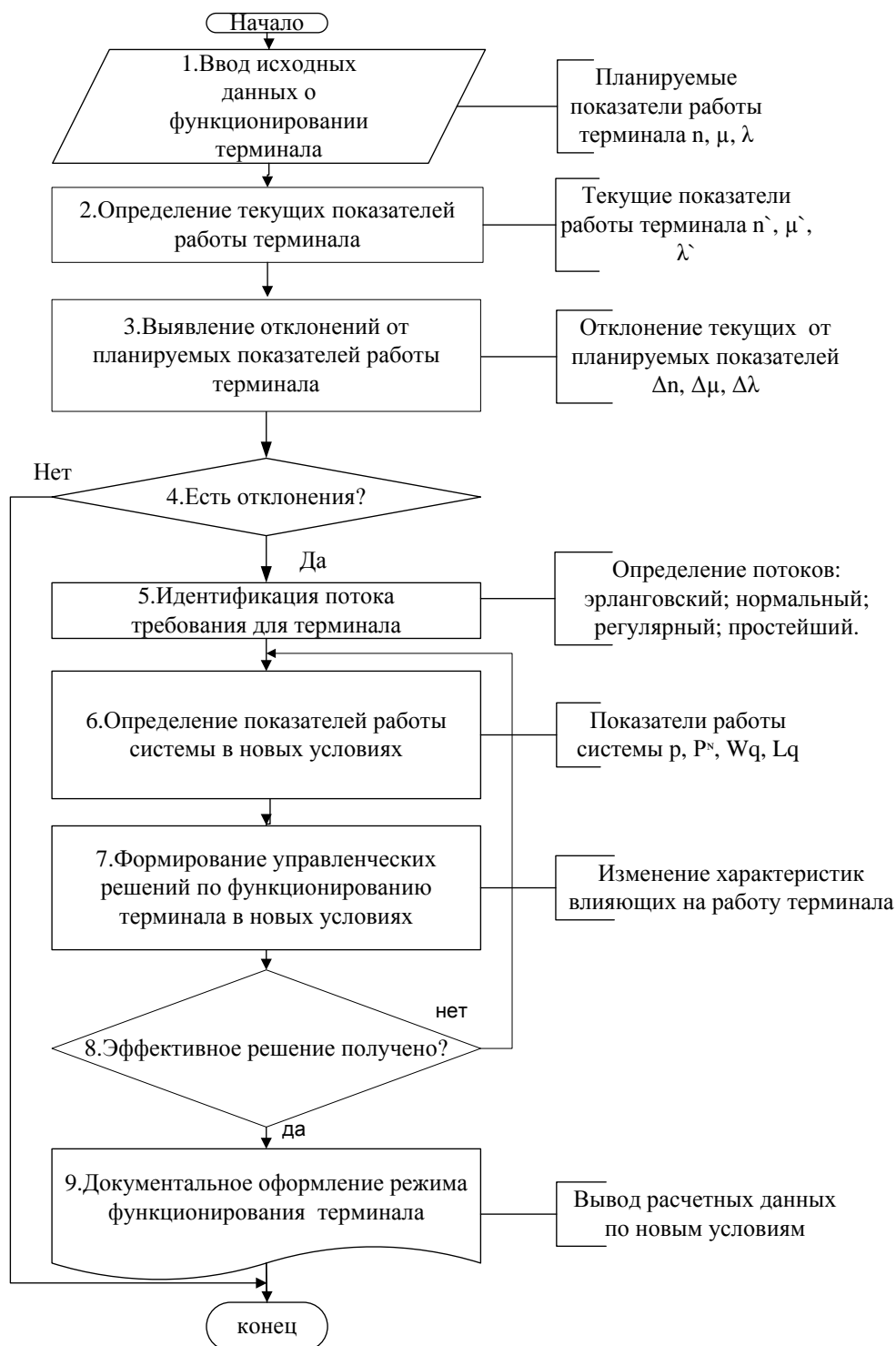


Рисунок 1 – Алгоритм управления функционированием ТЛТ

Этап 4. На основании результатов этапов 2 и 3 лицо, принимающее решение, совместно с экспертом (или группой экспертов) определяют значимость отклонений. В случае значимости выявленных отклонений (наличия

проблемной ситуации) – следует этап 5, а в противном – действие алгоритма прекращается.

Этап 5. На пятом этапе осуществляется идентификация типа входящего потока требований в новых условиях по критериям согласия (Пирсона, Колмогорова и т.д.).

Этап 6. Определяются показатели работы ТЛТ в новых условиях с учетом имеющихся ресурсов (материальных, финансовых, трудовых и информационных). На этом этапе определяются параметры эффективного функционирования ТЛТ на следующий период.

Этап 7. Выполняется формирование набора управляющих решений по эффективному функционированию ТЛТ. В зависимости от планируемых показателей работы ТЛТ изменяются его параметры (например, количество каналов обслуживания, площади зон обработки, число подъездных путей, длина очереди и время обслуживания требований). А также оцениваются показатели эффективности функционирования ТЛТ: прибыль и конкурентоспособность на рынке транспортных услуг.

Этап 8. Осуществляется оценка эффективности решения. Определяются Парето-оптимальные [5] из множества допустимых решений, а также их соответствие нормативным значениям. Нормативные значения определяются лицом, принимающим решение, совместно с экспертом (или группой экспертов). В случае получения эффективного решения – следует этап 9, а в противном – этап 6.

Этап 9. Осуществляется документальное оформление режима функционирования терминала.

Эффективность использования разработанного алгоритма управления функционированием ТЛТ заключается в гибком изменении стратегии в зависимости от внешних воздействий (рисунок 2). Динамика изменения затрат на переработку заявок характеризует эффективность функционирования ТЛТ при различных режимах работы.

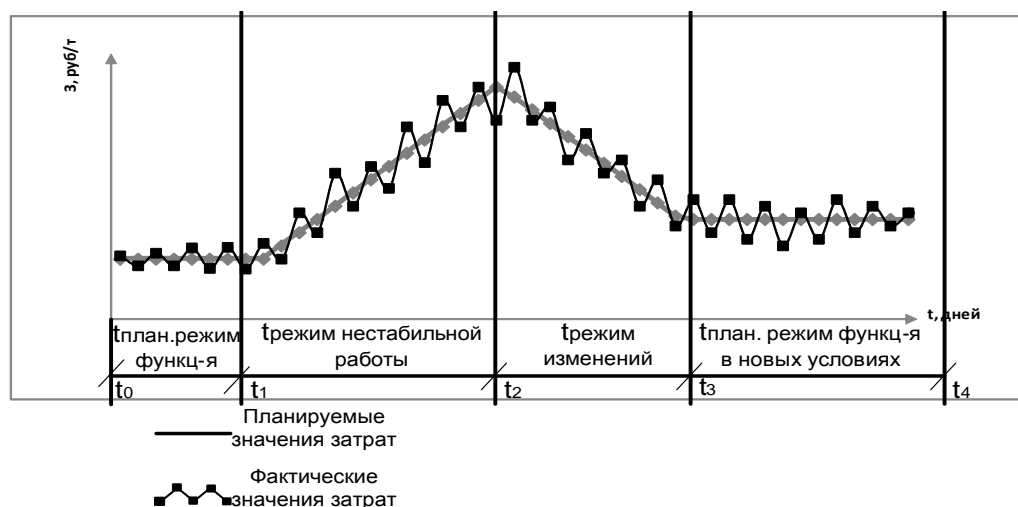


Рисунок 2 – График зависимости затрат на переработку заявок ТЛТ от различных режимов функционирования

В плановом режиме функционирования  $[t_0;t_1]$  затрат на переработку заявок терминалом соответствуют нормативным значениям.

В режиме нестабильной работы ТЛТ  $[t_1;t_2]$  наблюдается рост затрат на переработку заявок в связи с отклонениями от плановых значений, обусловленными негативными внешними воздействиями на работу ТЛТ. Работа ТЛТ становится нестабильной, и увеличиваются затраты.

В режиме изменений  $[t_2;t_3]$  для повышения эффективности работы активизируется алгоритм управления функционированием ТЛТ. Определяются и реализуются новые параметры функционирования, которое сопровождается снижением затрат на переработку заявок ТЛТ.

Плановый режим функционирования в новых условиях работы  $[t_3;t_4]$  ТЛТ характеризуется стабилизацией затрат по сравнению с предыдущим режимом.

Таким образом, в настоящей работе представлены основы нового методического подхода к управлению транспортно-логистическим терминалом на основе инструментария теории систем массового обслуживания в условиях перманентных изменений условий функционирования.

#### Библиографический список

1. Федотенков Д.Г. Развитие транспортно-логистических систем в условиях глобализации мировой экономики/Д.Г. Федотенков // Инновационная экономика: материалы Междунар. науч. конф.– Казань, октябрь 2014. – Казань: Бук, 2014.– С. 222-226.

2. Солнышкина И.В. Теория массового обслуживания: учебное пособие / И.В. Солнышкина – Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВПО «КнАГТУ», 2015.– 76 с.

3. Багинова В.В. Основы складской логистики: учебное пособие / В.В. Багинова, В.М. Николашин, А.И. Николаева – Москва: МИИТ, 2010. – 86 с.

4. Загорский И.О. Транспортная инфраструктура: учебное пособие/ И.О. Загорский, П.П. Володькин, А.С. Рыжова – Хабаровск: Издательство Тихоокеанского государственного университета, 2015. – 228 с.

5. Новичихин А.В. Формирование комплексных сценариев развития социально-экономических систем топливно-сырьевого региона / А.В. Новичихин, В.Н. Фрянов // Экономика и менеджмент систем управления. – 2014. – № 3.1. – С. 165-172.

## ЛАБОРАТОРНЫЙ ПЛАНЕТАРНЫЙ СТАН ДЛЯ СОВМЕЩЕННОГО ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ И ПРОКАТКИ

Титов В.А., Петелин Д.В.

Научный руководитель: Кирносов А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Статья посвящена созданию лабораторного планетарного стана, исследованию кинематики механизмов деформации металла в очаге деформации.

Ключевые слова: лабораторный планетарный стан, прокатка.

Одним из важных этапов развития металлургического производства является совмещение процесса литья и прокатки непрерывно литой заготовки. Однако относительно низкие скорости литья и оптимально высокие скорости для прокатки создают трудности в состыковке этих двух процессов. Наиболее подходящим в плане состыковке скоростей литья и прокатки является планетарный прокатный стан. Известно, что планетарные станы с холодными рабочими валками требуют установки подающих роликов для восприятия составляющей усилия прокатки и контроля скорости подачи полосы в рабочие валки. Эту функцию могли бы выполнять ролики тянуще-правильного устройства, но периодичность работы рабочих валков планетарного стана будет передавать продольные нагрузки на отливаемый слиток, металл в кристаллизаторе, делает непредсказуемым процесс формирования корочки в кристаллизаторе. Кроме того, необходимо дополнительное устройство для прокатки конца полосы, вышедшей из тянуще-правильного устройства в планетарный стан по окончании процесса разлива.

Поэтому создание планетарного стана, исследование кинематики механизмов, деформации металла в очаге деформации является актуальной. Решение данных задач видится в изготовлении лабораторного планетарного стана с приводными рабочими валками и приводным сепаратором (водилом), обеспечивающими подачу и продвижение рабочих валков в очаге деформации [1].

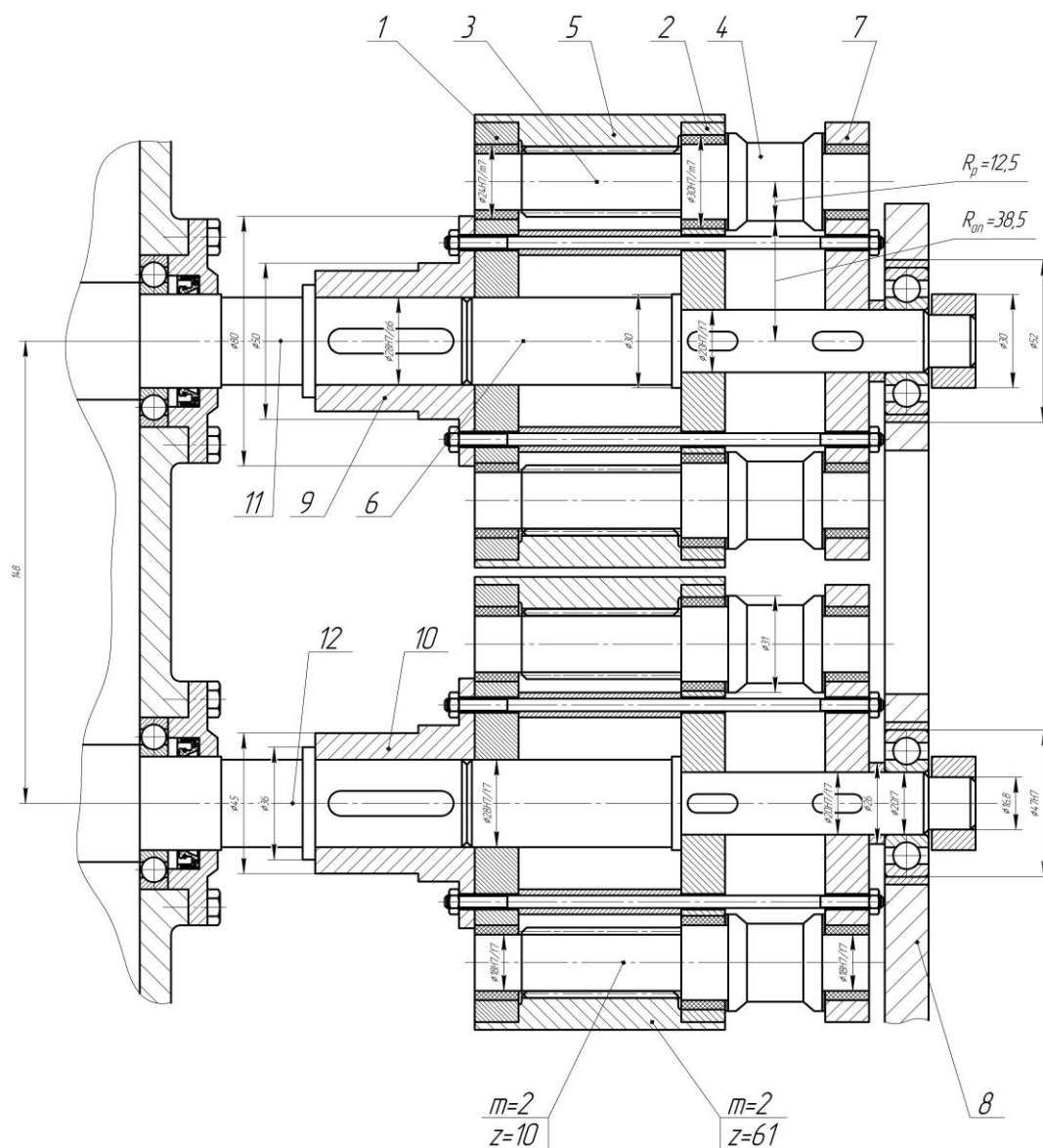
Лабораторный планетарный стан состоит из электродвигателя постоянного тока мощностью 0,63 квт, червячного и цилиндрического редукторов, шестеренной клетки и рабочей клетки. Общее передаточное отношение привода до рабочей клетки составляет  $i=318,2$ .

Рабочая клетка планетарного прокатного стана (рисунок 1) состоит из двух блоков планетарных валков, каждый из которых включает водила 1-2, десять саттелитов 3, эпициклическую шестерню 5, опорный вал 6, сепаратор 7, стойку 8.

Эпициклические шестерни опираются на водила, являются корпусами планетарных редукторов. Они удерживаются двумя парами шпилек с расположенными на них спиральными пружинами (Рисунок 2). Саттелиты изго-



товлены совместно с рабочими валками 4 и опираются на водила 1,2 и сепаратор 7 через подшипники скольжения. Опорный валы одним концом опираются на стойку 8, а другими – через муфты 9,10 на выходные валы 11,12 шестеренной клетки.



1,2 – водила; 3 – сателлит; 4 – рабочий валок; 5 – эпициклическая шестерня;  
 6 – опорный вал; 7 – сепаратор; 8 – стойка; 9,10 – муфта;  
 11,12 – выходные валы шестеренной клетки

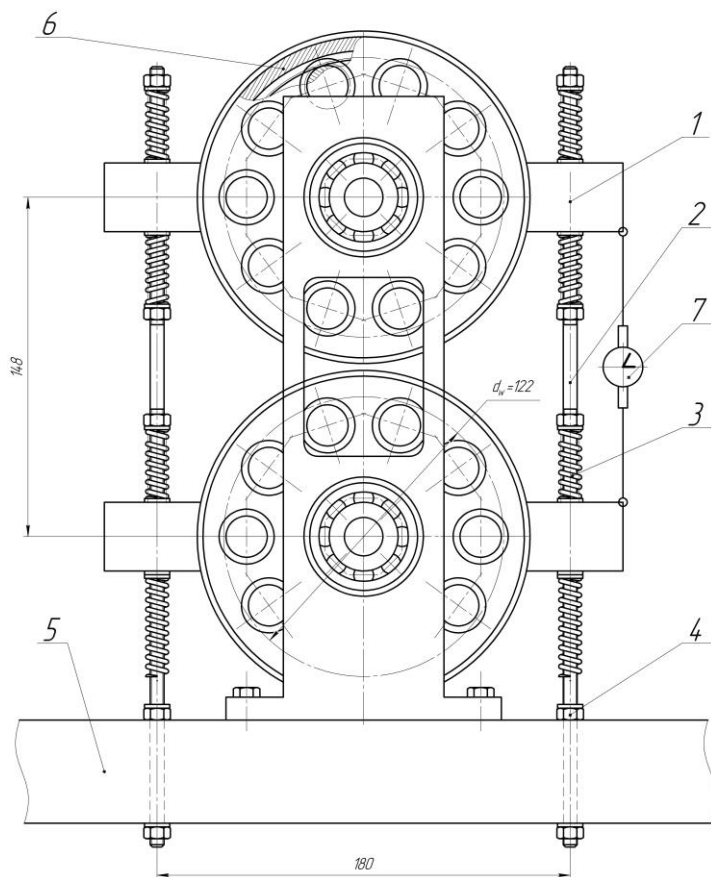
Рисунок 1 – Рабочая клетка лабораторного планетарного стана

Настройка положения рабочих валков каждого из блоков валков стана производится поворотом водил планетарных редукторов относительно выходных валов шестеренной клетки. Заданное обжатие полосы обеспечивается за счет изменения высоты прокатываемой заготовки при постоянном зазоре между валками 20мм.

В виду того, что вектор скорости рабочего валка меняет положение в

очаге деформации, необходимо синхронизировать скорости валка и заготовки (полосы). Это достигается поворотом эпициклических шестерен и деформацией пружин с одновременным увеличением (уменьшением) окружной скорости рабочих валков относительно скорости заготовки.

Замер моментов прокатки осуществляется по деформации пружин, удерживающих эпициклические шестерни от вращения (рисунок 2).



1 – бобышка; 2 – шпилька; 3 – пружина; 4 – гайка; 5 – опора шпилек;  
6 – эпициклическая шестерня; 7 – индикатор

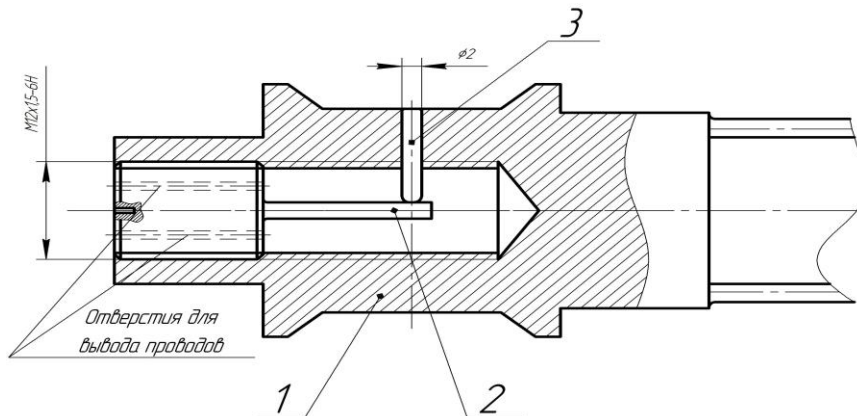
Рисунок 2 – Установка планетарных редукторов

Настройка положения рабочих валков каждого из блоков валков стана производится поворотом водил планетарных редукторов относительно выходных валов шестеренной клетки. Заданное обжатие полосы обеспечивается за счет изменения высоты прокатываемой заготовки при постоянном зазоре между валками 20мм.

В виду того, что вектор скорости рабочего валка меняет положение в очаге деформации, необходимо синхронизировать скорости валка и заготовки (полосы). Это достигается поворотом эпициклических шестерен и деформацией пружин с одновременным увеличением (уменьшением) окружной скорости рабочих валков относительно скорости заготовки.

Замер моментов прокатки осуществляется по деформации пружин, удерживающих эпициклические шестерни от вращения (Рисунок 2).

Усилие прокатки на стане определяется показаниями тензометра, установленного внутри рабочего валка, и нагружаемого иглой, радиально перемещающейся в отверстии валка (Рисунок 3).



1 – рабочий валок; 2 – тензобалочка; 3 – игла

Рисунок 3 – Установка тензометра в рабочем валке

Для обеспечения одновременного вращения всех рабочих валков и водила в разных направлениях, используется планетарный редуктор с отрицательным передаточным отношением.

Передаточное число планетарного редуктора равно [2]:

$$i = \frac{1}{1 - \frac{z_3}{z_c}} = \frac{1}{1 - \frac{61}{10}} = -0,196,$$

где  $z_3$  – число зубьев эпициклической шестерни,  $z_3=61$ ;

$z_c$  – число зубьев сателлита,  $z_c=10$ .

Из кинематики процесса прокатки передаточное отношение определится:

$$i = \frac{\varphi_в}{\varphi_p} = \frac{R_p}{S + \sqrt{\Delta h(2R_p + R_{on})}} \left[ \arccos \left( 1 - \frac{\Delta h}{2(R_p + R_{on})} \right) \right],$$

где  $\varphi_в$  – угол поворота водила от линии центра валков до момента выхода рабочего валка на поверхность заготовки;

$\varphi_p$  – угол поворота рабочего валка от линии центра валков до момента выхода рабочего валка на поверхность заготовки;

$R_{on}$  – радиус опорного валка (расстояние от оси опорного вала до образующей рабочего валка);

$R_p$  – радиус рабочего валка;

$\Delta h$  – обжатие заготовки;

$S$  – подача слитка.

Как видно из уравнения, при заданных размерах рабочего и опорного валков, величина передаточного числа определяется обжатием полосы и ве-

личиной подачи. Так как передаточное число планетарного редуктора является величиной постоянной, получение различных величин обжатий на прокатном стане производится изменением высоты исходных заготовок с условиями ограничения по условиям захвата.

Расчеты, проведенные для лабораторного прокатного стана, при  $R_p = 25\text{мм}$ ,  $R_{оп} = 38,5\text{мм}$ ,  $h_0 = 32\text{мм}$ ,  $\Delta h = 12\text{мм}$ , и скорости подачи слитка  $v_{л} = 10\text{мм/с}$  определили:  $S = 3,64\text{мм}$ ,  $\omega_p = 0,8\text{ с}^{-1}$ ,  $\varphi_p = 0,29\text{рад.}$ ,  $\omega_b = 0,157\text{с}^{-1}$ ,  $\varphi_b = 0,057\text{рад.}$ ,  $t_p = t_b = t_c = 0,364\text{с}$ ,  $i = - 0,196$ .

#### Библиографический список

1. Патент на изобретение №2593551 Рабочая клеть планетарного прокатного стана. Патентообладатель: Кирносов Анатолий Михайлович (RU), Автор: Кирносов Анатолий Михайлович (RU). Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 13 июля 2016г.

2. Кудрявцев В.Н. Планетарные передачи: справочник / В.Н. Кудрявцев, Ю.Н. Кирдяшев, Е.Г. Гинзбург. – Л.: Машиностроение, 2007. – 536с.

3. Целиков А. И. Машины и агрегаты металлургических заводов. Машины и агрегаты для производства и отделки проката Т.3 Учебник для вузов / А.И.Целиков, П.И. Полухин, В.М. Гребенник и др. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1988. 680 с.

УДК 621.926.001

## ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ ЩЕКОВОЙ ДРОБИЛКИ С ВЕРХНИМ ПРИВОДОМ КАЧАНИЯ ПОДВИЖНОЙ ЩЕКИ

**Абрамов А.В.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Никитин А.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Проведен силовой анализ работы щековой дробилки с верхним приводом качания щеки, оснащенной пружиной для выборки зазора в сочленении шарнира щека-коромысло. Определено, что использование данной пружины не выполняет функций силового замыкания кинематической цепи.

Ключевые слова: щековая дробилка, силовой анализ, зазор, пружина.

Дробилки вообще, и щековые в частности, служат для измельчения материала. В щековых дробилках материал измельчается за счет раздавливания, раскалывания и частичного истирания в пространстве между двумя щеками при их периодическом сближении.

Характер движения подвижной щеки зависит от кинематических особенностей механизма щековой дробилки. За время использования щековых

дробилок было предложено и осуществлено большое количество самых разнообразных кинематических схем механизма дробилок, в том числе и дробилок с верхним приводом качания подвижной щеки.

В основу классификации щековых дробилок, предложенной Б.В.Клушанцевым [1], положен характер движения подвижной щеки, так как именно он определяет важнейшие технико-экономические параметры дробилок. При всем многообразии приведенных в классификации кинематических схем механизма качания подвижной щеки с верхним приводом следует отметить, что все они реализуются с использованием в конструкции пружины, которая обеспечивает силовое замыкание кинематических звеньев привода подвижной щеки.

То есть подразумевается, что за счет этого предотвращается перебег зазора в шарнирах сочленений кривошипа с подвижной щекой и распорной плиты с подвижной щекой и корпусом дробилки. Перебег возможен из-за того, что палец в обойме находится с зазором.

При работе дробилки подвижная щека совершает качательное движение, при этом пружина на каждом прямом ходе растягивается, а при обратном ходе – сжимается, то есть при каждом цикле расходуется энергия на растяжение пружины.

При эксплуатации дробилки возможны два режима работы: на холостых ходах, когда отсутствует сила технологического сопротивления, и на рабочих ходах, при этом на подвижную щеку действует сила технологического сопротивления.

Силовой анализ, проведенный для обоих режимов работы, показывает следующее. При работе на холостых ходах подвижная щека 1 (рисунок 1, а) за счет действия составляющей  $N$  всегда прижата к пальцу распорной плиты 3, а противоположный палец распорной плиты всегда прижат к обойме, закрепленной на корпусе дробилки. Под действием составляющей  $H$  верхняя обойма подвижной щеки всегда «висит» на пальце кривошипа 2. Отсюда следует, что на холостых ходах перебег зазора отсутствует.

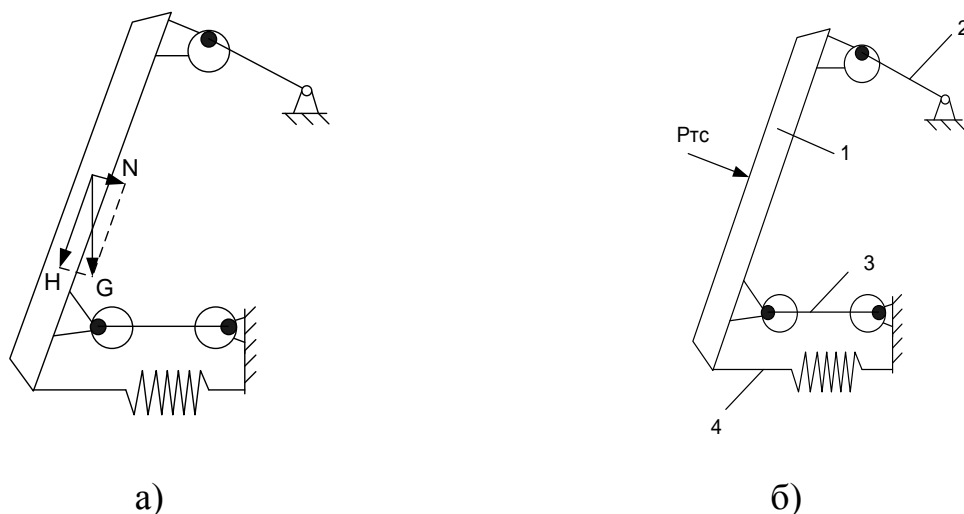


Рисунок 1 – Схемы сил, действующих на подвижную щеку при работе: а – на холостых ходах; б – на рабочих ходах

На рабочих ходах за счет действия силы технологического сопротивления  $P_{тс}$  (рисунок 1, б), значительно большей силы тяжести  $G$  и всегда направленной нормально к рабочей поверхности подвижной щеки, контакт между элементами всех шарниров также постоянный.

Таким образом, пружина 4 не выполняет функций силового замыкания кинематической цепи привода качания подвижной щеки, так как замыкание происходит под действием силы тяжести на холостых ходах и под действием силы технологического сопротивления на рабочих ходах.

В связи с изложенным выше можно сделать вывод, что пружину можно без ущерба для работы исключить из конструкции щековой дробилки с верхним приводом качания подвижной щеки, при этом уменьшится расход энергии.

#### Библиографический список

1. Клушанцев Б.В. и др. Дробилки. Конструкции, расчет, особенности эксплуатации. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.

УДК 621.967.1:621.77

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕЗКИ ПРОКАТА НА НОЖНИЦАХ

Демина Е.И.

**Научный руководитель:** д-р техн. наук, доцент Никитин А.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Предложена методика расчета силы резания на ножницах предварительно изогнутой полосы. Определено, что при резке предварительно изогнутой полосы максимальная сила резания меньше, чем при резке прямой полосы.

Ключевые слова: ножницы, сила резания, предварительно изогнутая полоса.

Для поперечной резки проката на станах применяют ножницы с параллельными ножами. Допускаемые размеры поперечного сечения проката, разрезаемого на ножницах данного типа, определяются максимальной силой резания в холодном состоянии полосы, на которую рассчитаны ножницы.

Величина силы резания на ножницах с параллельными ножами прямой полосы определяется следующим образом [1]:

$$P = \tau \cdot F, \quad (1)$$

где  $\tau$  – касательные напряжения, возникающие в процессе резания;

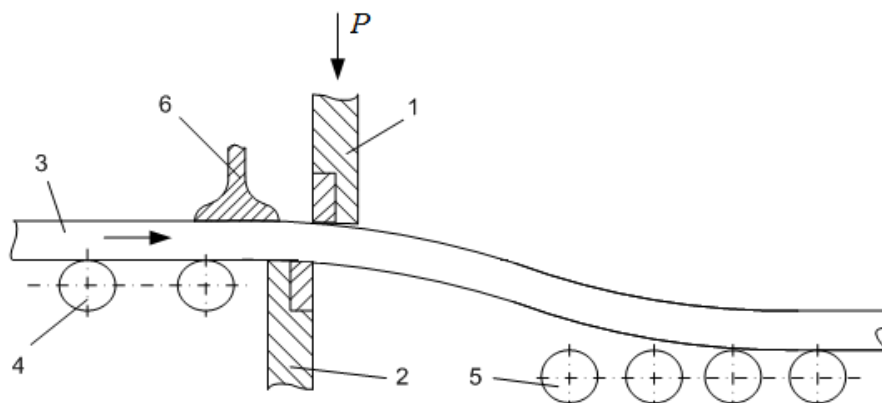
$F$  – площадь сечения разрезаемого материала; и сила резания достигает своего максимума при  $\tau = \tau_e$ , где  $\tau_e$  – предел прочности разрезаемого материала при действии касательных напряжений.

Очевидно, что чем меньше потребная сила резания, тем меньше расход энергии. С целью уменьшения энергопотребления при резке проката в Сибирском государственном индустриальном университете разработана установка резки предварительно изогнутой полосы [2], на которой полоса в зоне резания под действием силы тяжести изгибается за счет того, что уровень отводящего рольганга (рисунок 1) расположен ниже уровня подводящего рольганга. В этом случае в полосе возникают нормальные напряжения, максимальные значения которых достигаются в крайних по вертикали волокнах, при этом в верхних волокнах напряжения положительные, а в нижних – отрицательные.

При опускании верхнего ножа, когда начинается процесс резки проката, в полосе возникают как касательные напряжения, так и нормальные, то есть в предварительно изогнутой полосе в зоне резания возникает сложное напряжённое состояние, поэтому величина силы резания определяется исходя из третьей гипотезы прочности [3]:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_B \approx 2\tau_B, \quad (2)$$

где  $\sigma_B$  - предел прочности при действии нормальных напряжений.



- 1 – верхний нож; 2 – нижний нож; 3 – полоса;  
4 – подводящий рольганг; 5 – отводящий рольганг; 6 – прижим

Рисунок 1 – Схема устройства для резки предварительно изогнутой полосы

Тогда из выражения (2) с учетом уравнения (1) следует:

$$\sqrt{\sigma^2 + 4 \frac{P^2}{F^2}} \approx 2\tau_B, \quad (3)$$

Решая соотношение (3) относительно силы резания, получим:

$$P \approx \sqrt{\frac{4\tau_B^2 - \sigma^2}{4}} \cdot F \approx \sqrt{\tau_B^2 - \frac{\sigma^2}{4}} \cdot F. \quad (4)$$

Из сравнения уравнений (1) и (4) видно, что максимальная сила резания предварительно изогнутой полосы меньше, чем максимальная сила резания прямой полосы.

*Выводы.* Определено, что при резке на ножницах предварительно изогнутой полосы потребная сила резки меньше, чем при резке прямой полосы, то есть такой процесс более энергоэффективный.

#### Библиографический список

1. Машины и агрегаты металлургических заводов. Под ред. Целикова А.И. – М.: Металлургия. Т.3. 1988. – 680 с.
2. Пат. 91911 РФ. Устройство для резки проката // Никитин А.Г., Белов Е.Г., Полтарацкий Л.М. Оpubл. 2010, бюл. № 7.
3. Беляев Н.М. Соппротивление материалов. – М.: Наука. 1965. – 312 с.

УДК 621.926.3

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ДРОБЛЕНИЯ ХРУПКИХ МАТЕРИАЛОВ

**Медведева К.С.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Никитин А.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Проведен силовой анализ работы одновалковой дробилки. Доказано, что при одинаковой степени дробления одновалковые дробилки более эффективны, чем двухвалковые.

Ключевые слова: одновалковая дробилка, энергосбережение, сила, напряжение, разрушение.

Расход энергии на дробление различных материалов составляет большую долю (до 5 %) в энергетическом балансе мира. Многие промышленные производства – металлургические, горные и другие, перерабатывают в больших количествах сыпучие материалы различных классов крупности. В большинстве случаев нужная крупность достигается измельчением кусков на дробилках, в том числе и одновалковых.

Показателями процесса дробления являются степень и эффективность дробления [1]. Степень дробления оценивается отношением размера дробимого куска к величине зазора между валком и неподвижной щекой. Эффективность дробления определяется массой дроблёного материала, получаемой при расходовании единицы электроэнергии.

В одновалковой дробилке на кусок дробимого материала действуют как сжимающие силы, вызывающие в куске действие нормальных сжимающих напряжений, так и крутящий момент, вызывающих действие касательных



напряжений, то есть в дробимом куске создаётся сложное напряжённое состояние. Так как в дробилке разрушается хрупкий материал, то для определения эквивалентного напряжения следует использовать первую гипотезу предельных напряжений [2], следовательно, при сложном напряжённом состоянии в дробимом куске материала возникают напряжения, которые достигают предельного значения при меньшей силе дробления, чем при линейном напряжённом состоянии, возникающем, когда дробление материала производится в двухвалковой дробилке. Таким образом, при одинаковой степени дробления использование одновалковых дробилок более эффективно, чем двухвалковых.

#### Библиографический список

1. Клушанцев Б.В., Косарев А.И., Муйземнек Ю.А. Дробилки. – М.: Машиностроение, 1990. 320 с.
2. Заславский Б.В. Краткий курс сопротивления материалов. – М.: Машиностроение, 1986. 328 с.

УДК 656.2

## **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТВЕРДОПОЛИМЕРНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ КАРЬЕРНЫХ ЭЛЕКТРОВОЗОВ**

**Шугаев О.В., Дружинина М.Г.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, o\_shugaev@mai.ru*

В статье рассматривается возможность применения топливных элементов на стандартных электровозах. Представлены возможные виды модификаций локомотива, использующих электрохимические генераторы и дан сравнительный анализ характеристик электровоза на топливных элементах с характеристиками традиционного локомотива. Приведены энергозатраты в стоимостном выражении различных видов подвижного состава.

**Ключевые слова:** топливный элемент, железнодорожный транспорт, карьерный транспорт, карьер.

Использование карьерного транспорта приводит к накоплению вредных выбросов в забоях. Простои, связанные с загазованностью карьеров ежегодно могут достигать 1000 часов и более [7, 9, 12].

Электровозы имеют высокие экологические показатели, относительно небольшие затраты на тонно-километр перевозок, но обладает рядом недостатков, основным из которых является необходимость перенесения контактной сети, благодаря периодическому истощению мест добычи полезных ископаемых [7, 9].

Решением этих проблем может стать применение твердополимерных топливных элементов (ТЭ) в качестве основного силового агрегата тягового

подвижного состава, которые используют возобновляемые источники энергии.

Учитывая вышеизложенное, требуется сравнить традиционный карьерный электровоз, с аналогичным тяговым подвижным составом на топливных элементах.

Для этого необходимо:

- сравнить эксплуатационные характеристики подвижного состава на топливных элементах с характеристиками традиционных локомотивов;
- сравнить экономические расходы на потребляемые энергоносители.

Для примера рассматривается карьерный электровоз серии ОПЭ1АМ оснащенный дизельной секцией и моторизованным думпкаром. Взяты топливные элементы марки НуРМ HD-180, электролит которых состоит из протонопроводящей полимерной мембраны [15] с целью замены силового агрегата тягового подвижного состава.

При переоборудовании электровоза ОПЭ1АМ с незначительными конструктивными изменениями возможен демонтаж дизельного двигателя автономной секции, и использование освободившегося пространства для топливных элементов. Размещение ТЭ возможно в головной секции (ГС) локомотива, вместо тягового трансформатора.

В таблице 1 приведены варианты компоновки локомотива топливными элементами НуРМ HD-180 и рассчитаны их характеристики [4, 8, 11].

Таблица 1 – Характеристики и варианты компоновок топливными элементами НуРМ HD-180 локомотив ОПЭ1АМ

Варианты компоновок секций локомотива	Характеристики					
	Суммарная мощность ТЭ, кВт	Общее количество ТЭД ДТ-9Н	Общая мощность необходимая для работы ТЭД, кВт	Служебный вес состава, тс	Сила тяги при продолжительном режиме, кгс	Расход топлива с учетом мощности локомотива, нм <sup>3</sup> /ч
12 ТЭ (автономная секция) + 5 ТЭ (головная секция)	3366	8	3344	246,25	39422	2166,9
12 ТЭ (АС) + 10 ТЭ (ГС) + (моторизованный думпкар 80% мощности)	4752	12	4681	370,25	51935	3033,3
Использование 2 автономных секций содержащая по 12 ТЭ каждая + 2 ТЭ (ГС)	5148	12	5016	368,5	55064	3250,4
12 ТЭ (АС)×2 + 10 ТЭ (ГС) + (МД 100% мощности)	6732	16	6688	492,5	73418	4333,8

Проанализировав полученные данные можно сделать вывод, что после переоборудования электровоза ОПЭ1АМ топливными элементами НуРМ HD-180, тяговые характеристики практически не изменятся. Если сравнить максимально допустимую массу брутто состава питающегося от контактной сети и использующего моторизированный думпкар, с аналогичной компоновкой на топливных элементах, можно выявить, что мощность моторизированного думпкара (МД) будет использоваться на 80 %. Для того чтобы 3 секции электровоза, использующего ТЭ, работали на 100 %, возможно использование 2 автономных секций.

В целях детального сравнения эксплуатационных характеристик вариантов компоновки ТЭ НуРМ HD -180 электровоза ОПЭ1АМ, на основании данных приведенных в таблице 1 [7, 8], составлена диаграмма отражающую зависимость массы брутто поезда от уклона, величина которого, в условиях карьера, изменяется от минимального 15‰ [7] до максимально допустимого значения 60 ‰ [7] с использованием думпкаров серии 32-4079 [1] (рисунок 1).

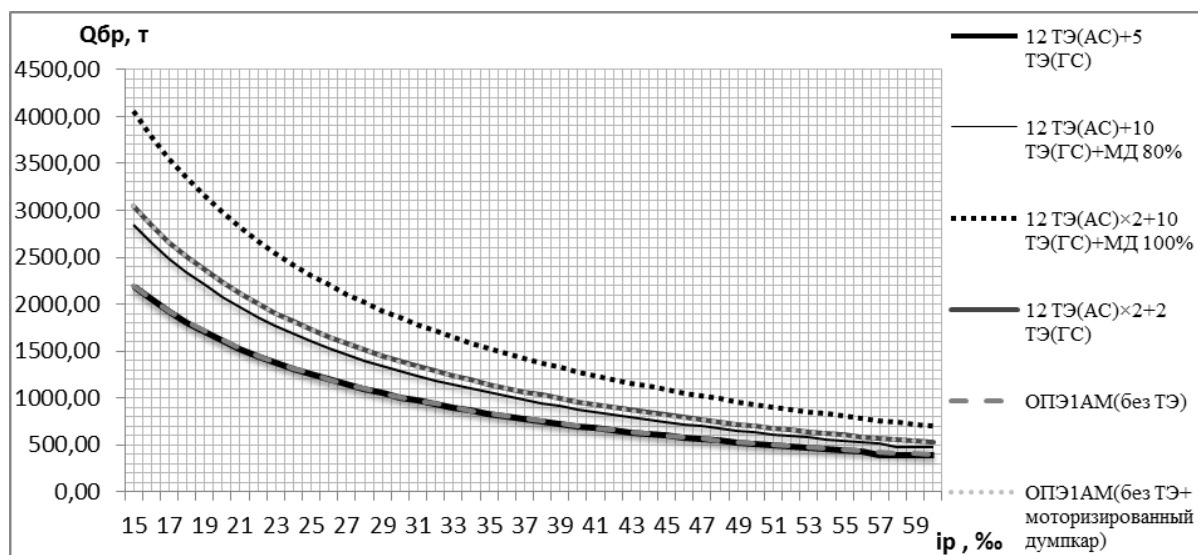


Рисунок 1 – Зависимость массы брутто состава использующего электровоз марки ОПЭ1АМ и виды его компоновки топливными элементами НуРМ HD-180 от уклона

Для определения энергозатрат в стоимостном выражении от переоборудования локомотива марки ОПЭ1АМ топливными элементами НуРМ HD-180, на основании расчетов энергозатрат и их стоимости, на рисунке 2 приведена диаграмма зависимости стоимости эксплуатации электровоза от мощности для различных видов топлива, составленная на основании удельного расхода энергоресурсов [2,3,5,6,11,13,14]. Значение мощности варьируются от минимально допустимой (работа локомотива от автономной секции), до максимальной (головная секция+2 автономных секции+ моторизированный думпкар).

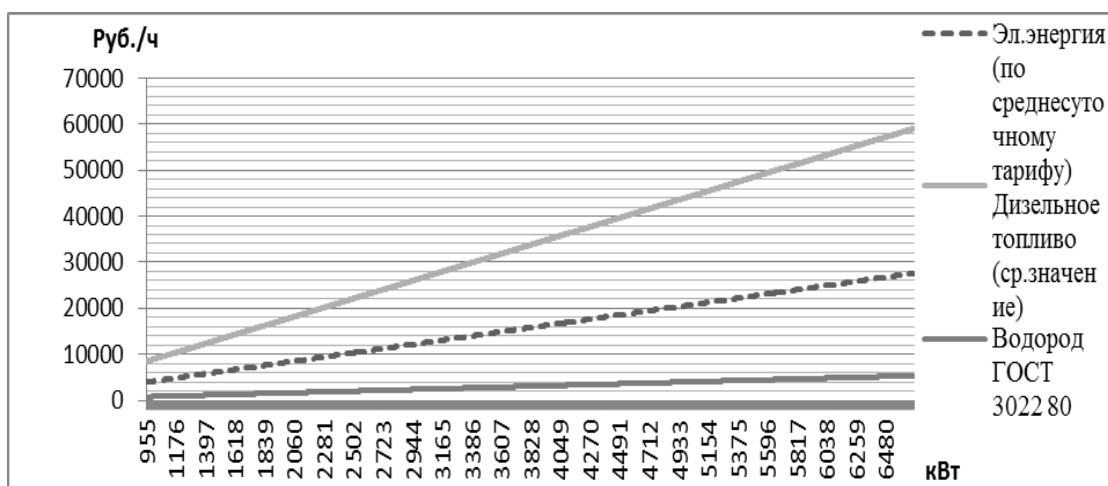


Рисунок 2 – Зависимость стоимости эксплуатации локомотива ОПЭ1АМ от мощности для различных энергоресурсов

Анализируя полученные данные, приведенные на рисунке 2 можно сделать вывод, что использование ТЭ марки НуРМ HD-180, позволит сократить затраты на электроэнергию, для локомотива ОПЭ1АМ, примерно в 5 раз, а на дизельное топливо практически в 11 раз. При этом использование топливных элементов практически не изменяет тяговых характеристик, не увеличивая общий вес электровоза и не изменяя конструкции ходовой части.

Рассмотренный вопрос внедрения топливных элементов в конструкцию тягового подвижного состава для открытых мест разработки полезных ископаемых, позволяет сделать следующие выводы:

- локомотив ОПЭ1АМ оборудованный топливными элементами НуРМ HD-180 использует возобновляемые энергоресурсы, при этом не выделяет вредных выбросов, что позволяет снизить количество периодических остановок работы карьера от чрезмерной загазованности и сократить убытки от простоя техники;

- рассматриваемый электровоз на ТЭ не нуждается в использовании контактной сети, что делает его более мобильным без снижения тяговых характеристик;

- возможность изменения количества последовательно и параллельно включенных топливных элементов тягового подвижного состава, позволяет изменять выходное напряжение без потери мощности, что обеспечивает плавную регулировку скоростных качеств локомотива, не снижая его тяговых характеристик;

- использование топливных элементов НуРМ HD -180 в локомотиве ОПЭ1АМ позволяет снизить расходы на электроэнергию в 5 раз, и дизельное топливо в 11 раз.

#### Библиографический список

1. 4-осный вагон-самосвал, модель 32-4079: [Электронный ресурс]// RailAgent железнодорожная транспортная биржа. URL: <http://railagent.ru/>

manuals/wagon-31846/. (Дата обращения: 05.04.2017).

2. Водород газообразный технический марки А: [Электронный ресурс]// НИИ КМ 2000-2017.URL: [http://www.niikm.ru/products/hydrogen/hydrogen\\_40/](http://www.niikm.ru/products/hydrogen/hydrogen_40/). (Дата обращения: 08.04.2017).

3. Водородный баллон 40л: [Электронный ресурс]// Промышленная компания Волга. Технические газы, газовые баллоны, газосварочное оборудование <http://pkvolga.ru/vodorodni-ballon-40l/>. (Дата обращения: 08.04.2017).

4. Залит, Н.Н. Тепловозы промышленного транспорта: Справочник/ Н.Н. Залит. – 3-е изд., перераб. И доп. – Москва: Транспорт, 1980. – 366 с., ил., табл.

5. Каких тарифов на электроэнергию ожидать предприятиям России в 2017 году?: [Электронный ресурс]// ENERGYLOGIA Энергоэффективные решения для дома и бизнеса. URL: <http://energylogia.com/business/jekonomija-jelektrojenergii/tarifny-na-jelektrojenergiju-dlja-predpriyatij-rossii-2017.html/>. (Дата обращения: 08.04.2017).

6. Краснораменский, В.И. Топливные элементы для повышения эффективности ТЭС и НПЗ / В.И. Краснораменский // Энергосовет. – 2013. - № 5(30). – С. 43-47.

7. Кузьменко, С.В. Железнодорожные транспортные средства: практикум / С.В. Кузьменко, С.П. Чередниченко, О.Л. Игнатъев. – Луганск: Ноулидж, 2012. – 120 с., ил., табл.

8. Потапов, М.Г. Карьерный транспорт: [Учеб. для горн. спец. техникумов] / М.Г. Потапов. – Москва: Недра, 1985. – 239 с., ил., табл.

9. Раков, В.А. Локомотивы и моторвагонный подвижной состав железных дорог Советского Союза (1966-1975 гг.) / В.А. Раков. – Москва: Транспорт, 1979. – 213 с., ил., табл.

10. Силовой трансформатор ОДЦЭ, ОНДЦЭ 10 КВ – ЧТЗ: [Электронный ресурс]// РосЭнергоХолдинг Инновации. Технологии. Успех. Пермь. URL: <http://www.rosenergoholding.ru/catalog/transformatorysilovie.html?product=1107/>. (Дата обращения: 05.04.2017).

11. Сырбаков, А.П. Топливо и смазочные материалы: учебное пособие/ А.П.Сырбаков, М.А. Корчуганова. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 159 с.

12. Тарасов, П.И. Сокращение загазованности карьерного пространства при применении новых видов карьерного транспорта/ П.И. Тарасов, А.Г. Журавлев, Е.В. Фефелов, В.О. Фурин, А.Г. Ворошилов, А.П. Тарасов, С.Л. Бабаскин// Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2008. - № 2. – С. 260-271.

13. Цены на бензин, ДТ, газ в Кемеровской области: [Электронный ресурс]// Цены на бензин и карта АЗС России. URL: [https://www.benzin-price.ru/price.php?region\\_id=42](https://www.benzin-price.ru/price.php?region_id=42).

14. International Hydrail Conference HyPM™ Fuel Cell Power Modules & Systems: [Электронный ресурс]// Hydrogenics shift power | energize your world. URL: [https://hydrail.appstate.edu/sites/hydrail.appstate.edu/files/9\\_Kammerer.pdf/](https://hydrail.appstate.edu/sites/hydrail.appstate.edu/files/9_Kammerer.pdf/). (Дата обращения: 04.04.2017).

15. HyPM HD180: [Электронный ресурс] // Hydrogenics. URL:<http://pdf.directindustry.com/pdf/hydrogen-systems/hypm-hd180/14703-316895.html/>. (Дата обращения: 04.04.2017).

УДК 621.515

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ФОРМЫ ЛОПАТОЧНОГО АППАРАТА РАБОЧИХ КОЛЕС ЦЕНТРОБЕЖНОГО ГАЗОВОГО КОМПРЕССОРА**

**Бубнов А.Д., Винтер М.Ю., Блинов В.Л., Комаров О.В.**  
**Научный руководитель: канд. техн. наук Комаров О.В.**

*Уральский федеральный университет,  
г. Екатеринбург, e-mail: Alexandrbubnov21@rambler.ru*

В настоящей работе представлен подход к определению эффективной формы лопаточного аппарата рабочих колес центробежного компрессора с учетом пространственного течения в процессе оптимизации. Проведен сравнительный анализ двух вариантов проточной части центробежного компрессора.

Ключевые слова: центробежный компрессор, лопаточный аппарат, рабочее колесо, оптимизация, пространственный поток.

На сегодняшний день существует множество классических методик проектирования центробежных газовых компрессоров (ЦБК). Большинство этих методик основываются на одномерной теории течения в проточной части ЦБК и позволяют проектировать рабочие колеса (РК) только цилиндрической формы. В действительности поток газа в проточной части компрессора трехмерен. Главной причиной этому является неравномерность потока по высоте лопаток – повороты потока в меридиональной плоскости. Кроме того, влияют также и вязкие эффекты – трехмерные пограничные слои, зоны отрыва [1]. Поэтому для повышения эффективности проточной части ЦБК имеет смысл применение пространственных рабочих колес.

Настоящая работа посвящена оптимизации формы лопаточного аппарата РК двухступенчатого ЦБК. Исходной геометрией послужила проточная часть компрессора, полученная в собственном программном коде проектирования [2]. Численная модель ЦБК построена с рядом допущений (осевой вход, не учитывались утечки, шероховатость поверхности, влияние входной и выходной улиток), что предопределило несколько завышенный КПД. В ходе оптимизации форма лопаток РК первой и второй ступени менялась единообразно. Анализ проводился в расчетной точке, соответствующей номинальному режиму работы компрессора. Критерием оптимизации выбрана максимизация КПД компрессора, как по статическим, так и по полным параметрам. При постановке задачи были наложены соответствующие ограничения по выходным параметрам (расход, мощность, степень сжатия, максимальное число Маха).

На рисунке 1 представлены исходный и оптимизированный варианты

лопаточного аппарата РК, а также сравнение профилей в сечении основного диска (ОД) и покрывного диска (ПД) для оптимизированного варианта с профилем лопатки РК исходной конструкции. Сравнение характеристик исходной геометрии и оптимизированного варианта представлено на рисунке 2. Характеристики в настоящей работе представлены без учета входных и выходных устройств.

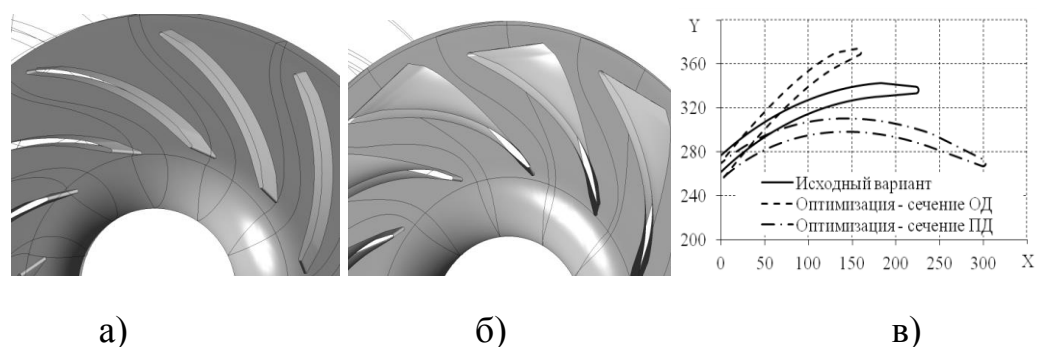


Рисунок 1 – Форма лопаточного аппарата РК исходной геометрии (а) и оптимизированного варианта (б) и их сравнение (в)

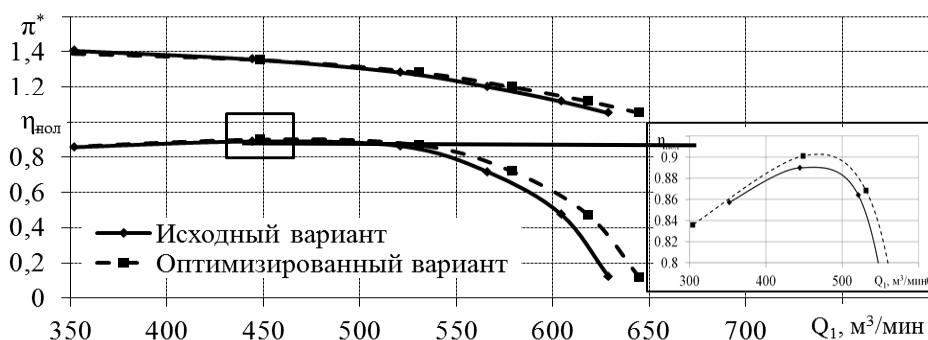


Рисунок 2 – Сравнение характеристик исходного и оптимизированного вариантов

В ходе оптимизации лопаточного аппарата угол установки лопаток на выходе из РК для сечения ПД уменьшился, а для сечения ОД – увеличился. Менее существенно, в сравнении с исходным вариантом, изменился угол установки лопаток на входе в РК. Как для сечения ПД, так и для сечения ОД наблюдается увеличение входного лопаточного угла. Значительное изменение формы лопаток на выходе из РК говорит о том, что поток рабочего тела существенно меняется по высоте лопаток, что в свою очередь соответствует теории о пространственном течении рабочего тела в проточной ЦБК. При этом значение выходного лопаточного угла в среднем сечении практически не изменилось и соответствует значению угла установки лопаток на выходе из РК исходной геометрии.

На основании анализа характеристик двух вариантов проточной части ЦБК установлено, что в ходе оптимизации лопаточного аппарата РК удалось повысить политропный КПД компрессора на номинальном режиме на 1 %.

Значение политропного КПД ЦБК по полным параметрам также возросло от 93,2 до 93,9 %. Величина политропного КПД рабочих колес по полным параметрам в результате оптимизации практически не изменилась, так для первой ступени исходной геометрии  $\eta_{\text{пол РК1}}^* = 97,4 \%$ , для второй ступени –  $\eta_{\text{пол РК2}}^* = 94,6 \%$ . Значение политропного КПД РК по полным параметрам для оптимизированного варианта составило 97,3 и 94,8 % для первой и второй ступени соответственно. Прирост политропного КПД компрессора объясняется существенным увеличением значения коэффициента повышения статического давления  $C_p$  лопаточного диффузора для второй ступени, который в свою очередь характеризует эффективность диффузора. Так для исходной конструкции на номинальном режиме  $C_{p \text{ ЛД1}} = 73,4 \%$  – для первой ступени,  $C_{p \text{ ЛД2}} = 68,8 \%$  – для второй ступени. В результате оптимизации значение этого параметра составило 72,7 и 79,1 % для первой и второй ступени соответственно. На рисунке 3 представлена картина распределения чисел Маха для исходного и оптимизированного варианта.

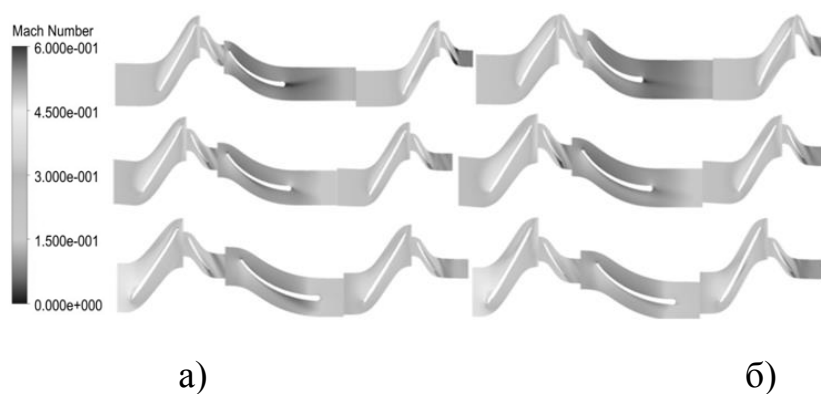


Рисунок 3 – Картина распределения чисел Маха в проточной части исходной конструкции (а) и оптимизированной (б)

Из рисунка 3 видно, что в случае оптимизированного варианта РК наблюдается улучшение картины течения в лопаточных диффузорах, особенно в сечениях ОД и ПД. Это говорит о том, что в результате оптимизации лопаточного аппарата РК поток стал более благоприятно натекать на лопатки диффузора, о чем свидетельствует уменьшение размеров области срыва. Также уменьшение области срыва объясняет некоторое смещение характеристики оптимизированного варианта в область больших расходов, относительно характеристики исходного варианта.

#### Библиографический список

1. Галеркин Ю. Б., Козаченко Л.И. Турбокомпрессоры: Учебное пособие – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 374 с.
2. Бубнов А.Д., Винтер М.Ю., Блинов В.Л., Комаров О.В. Проектирование проточной части центробежного нагнетателя природного газа // Энергетика, электроника и энергоэффективные технологии глазами молодежи: материалы IV российской молодежной научной школы-конференции. В 2 т. Т. 2/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ООО «ЦРУ», 2016. – 435 с.



## **КОНТРОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВО ВКЛАДЫШАХ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ**

**Чепенко В.Е.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Воскресенский В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В работе рассматривается возможность применения терморезисторов для замера температуры в зоне трения скольжения на примере вкладышей главного вала кривошипного прессы.

Ключевые слова: узлы трения, температура зоны трения, смазка, терморезистор, экспериментальное исследование.

Известно [1, 2], что стойкость узлов трения скольжения, среди многочисленных других факторов, определяется температурой в зоне трения. Температура возникает неизбежно, так как она результат перехода работы трения в тепло.

Температура в зонах трения оказывает заметное влияние на процесс трения, и особенно на смазку. При высоких нагрузках и скоростях трения, конструкторы закладывают в конструкцию смазку циркуляционную, работающую под давлением, которая не только разделяет трущиеся поверхности, но одновременно охлаждает эти поверхности.

В некоторых узлах трения не целесообразно или невозможно применять жидкие масла и устанавливать циркуляционную смазку. В этом случае прибегают к маслам консистентным. Организовать циркуляцию для консистентных масел сложно, поэтому такая схема практически не применяется. Рост температуры в узлах трения начинает менять свойства смазки, которая сказывается на условиях эксплуатации узла и его стойкости, а, следовательно, надёжности механизма в целом.

Для промышленного оборудования появляется необходимость контролировать температуру узла трения во время эксплуатации этого узла. Контроль должен выполняться во время работы непрерывно, а также иметь возможность доводить информацию о величине критической температуры, либо визуальным, либо звуковой сигнализацией.

Одним из таких узлов может рассматриваться коренные подшипники главного вала кривошипных прессов. Особенно это важно для прессов, работающих в непрерывном или длительном режиме.

Известно значительное количество различных видов и способов замера температуры нагретых деталей и узлов, как контактных, например, термопарами между трущимися поверхностями, так и объёмных по корпусу под-

шипников, и даже визуальных. Не занимаясь их описанием и критическим анализом, останавливаемся ещё на одном, который предложен и проверен нами в ходе исследования.

В основе этого способа заложен терморезистор, который размещается в верхней части вкладыша коренного подшипника главного вала кривошипного пресса. Процесс установки терморезистора предлагается в виде глубокого глухого канала диаметром 6-7 мм с торца вкладыша, на 2-3 мм отступающего от рабочей поверхности вкладыша. Для надёжности можно располагать несколько аналогичных каналов по окружности вкладыша подшипника. Их размещение предлагается на верхней части вкладыша, так как это зона испытывает у коренных подшипников кривошипного вала наибольшие нагрузки при выполнении технологических операций.

Терморезисторы изготавливаются самых различных видов и размеров [3]. Исследовался терморезистор ТЭС-М, выполненным в виде плоского диска диаметром 6 мм и толщиной 3 мм. В сборке терморезистор вкладывается в канал вкладыша подшипника скольжения и канал запечатывается. Конструкция торцевого выхода канала на вкладыше подшипника, позволяет обеспечить выводы подводящих проволок, подсоединённые к плоским поверхностям терморезистора. К выводам проволочек подсоединяется электрическая цепь, состоящая из блока питания и регистрирующей или сигнальной аппаратуры. При повышении температуры вкладыша, терморезистор также нагревается и меняет своё сопротивление, которое изменяет ток электрической цепи, что фиксируется электрической схемой.

Для проверки работоспособности и тарировки терморезистора была составлена лабораторная электрическая схема, которая представляла последовательно соединённые источник питания, терморезистор и стрелочный прибор ТЛ-4 с погрешностью измерения сопротивления 2,5 %. Для использования в рабочих условиях схема должна собираться в виде полумостовой, которая включает внешнее сопротивление как компенсационное, для исключения влияния внешней температуры.

Терморезистор подвергался нагреванию под контролем рядом с ним электронным безинерционным датчиком температуры. Температура терморезистора контролировалась с точностью до  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Замеры, после обработки, позволили построить кривые изменения величины терморезистора от температуры нагрева. Характер зависимости сопротивления терморезистора от температуры приводятся на рисунке 1. На графике верхняя линия (светлые точки) показывает изменение сопротивления при нагреве, нижняя кривая (тёмные точки) значение сопротивления при остывании.

Приведённые результаты тарировки терморезистора показаны до ста градусов, так как рабочий диапазон температуры масла в зонах трения коренных подшипников кривошипного вала не должен превышать  $90-95^{\circ}$ .

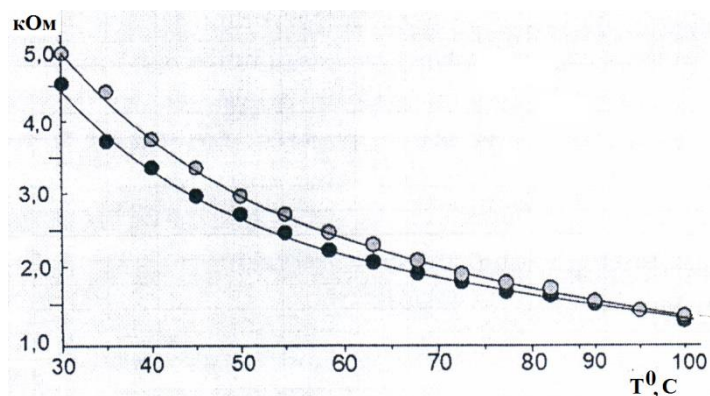


Рисунок 1 - График сопротивление терморезистора от температуры

Эксперимент показывает, что использование терморезисторов в качестве контроля температурного режима в зоне трения подшипников скольжения реален и не слишком трудоемок в применении.

#### Библиографический список

1. <http://tpgargo.ru/press-czentr/blog/nagrev-podshipnikov-kacheniya>
2. Справочник. В 2-х кн. Кн. 2./ Под ред. И.В.Крагельского и В.В.Алишна.- М.: Машиностроение, 1979, - 358 с. ил.
3. Электронный ресурс.- Режим доступа: [www. electrosad/ru/Electronics/termspr.htm](http://www.electrosad.ru/Electronics/termspr.htm).

УДК 621.771.22.074

## РАСЧЁТ УСИЛИЯ ПРАВКИ КРУГЛОГО ПРУТКА МЕТОДОМ ВЕРХНЕЙ ОЦЕНКИ

**Каширина Я.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Воскресенский В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Работа отражает сопоставительную оценку экспериментального значения усилия правки кривого круглого бруса с методиками расчёта по формулам сопротивления материалов и методикой верхней оценки для кинематических возможных полей скоростей.

Ключевые слова: эксперимент, усилие правки, расчёт, метод сопромата, метод верхней оценки.

В работе [1] приводится сравнение экспериментальных величин усилий правки кривого прямоугольного раската между плоскими плитами, с расчётной величиной этого усилия, которая определялась распространённой методикой изложенной в учебнике по сопротивлению материалов. В рассматриваемой работе показано значительное расхождение в значениях экс-

периментальных величин и теоретических расчёта, поэтому приводится методика расчёта усилий правки методом верхней оценки при кинематически возможном поле скоростей. Предложенный метод показал лучшую сходимость значений усилий правки с экспериментальными величинами.

Для исследования использовались стальные круглые образцы диаметром  $d = 25$  мм, длиной 300 мм, со стрелой прогиба в средней части  $\Delta = 18$  мм от нижней наружной поверхности образца.

Марка стали образцов не была известной, поэтому для оценки предела прочности материала образцов проводился замер поверхностной твердости на твердомере Бринелля, с последующим переводом в сопротивление деформации. Несколько замеров по поверхности выявили среднюю величину твердости испытываемого образца по шкале Бринелля  $H_B = 140$  ед., что по таблице [2], составило примерное соответствие пределу прочности на растяжения по Бринеллю  $\sigma_B = 470$  МПа.

Эксперимент правки изогнутого круглого стержня проводился на лабораторной испытательной установке ИК-500. Эта установка, представляющая вертикальный гидравлический пресс, имеет встроенную автоматическую систему регистрации на компьютере параметров проходящих процессов, что позволяет фиксировать одновременно усилие правки и перемещение стрелы изгиба с точностью до десятых долей миллиметра. На мониторе отображается весь процесс деформации, в памяти компьютера фиксируется весь ход, при распечатке результатов эксперимента выдаётся автоматически график процесса и параметры получаемой зависимости усилия от хода перемещения.

При эксперименте для закрепления образцов от потери устойчивости под их концы и по всей длине укладывали стальную плиту с продольным пазом для фиксирования от бокового опрокидывания. Такая опора приводила к изменению начальной расчётной длины рассматриваемого пролёта правки кривого прутка, которая в начальный момент составила  $L = 220$  мм. По мере нагружения прутки выпрямлялись до горизонтального состояния.

Полученную зависимость усилия правки от изменения стрелы прогиба приводим на графике (рисунок 1). Из графика следует, что усилие правки нелинейно возрастает и при достижении нижней поверхностью плоского состояния, усилие составило 38,1 Кн.

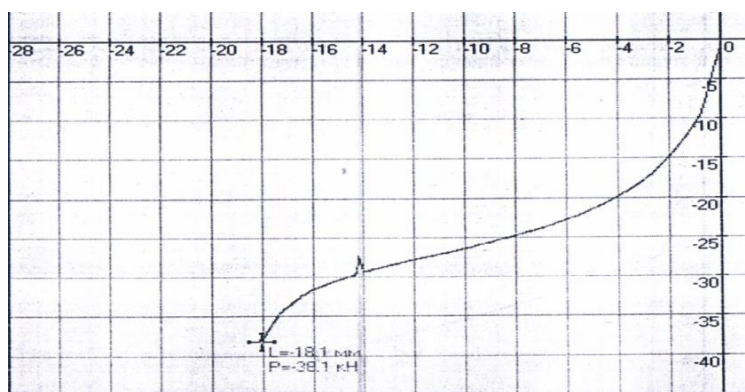


Рисунок 1 - График правки круглого прутка

Верхняя горизонтальная шкала на графике показывает перемещение оси правки вниз (знак минус), вертикальная шкала — усилие правки в килоньютонах. Крестиком обозначена конечная точка процесса, которую компьютер определил как перемещение 18,1 мм и усилие 38,1 Кн. Появление выброса на кривой усилия — случайность, которая иногда возникает в данной лабораторной установке при работе записывающей системы.

Расчёт процесса по методике оценки напряжения изгиба (правки), используемой сопротивлением материалов, показывает, что напряжение изгиба  $\sigma$  связано с моментом изгиба  $M_u$  и моментом сопротивления сечения  $W$ . Обращает внимание, что при расчёте не учитывается возникающее сопротивление от трения выпрямляющихся концов прутка по опорной поверхности, которое препятствует правке.

Усилие  $P$  при длине изгибаемого пролёта  $L$ , рассчитывается по общепринятой зависимости

$$\sigma = \frac{M_u}{W} = \frac{P \cdot L}{4 \cdot 0,1 \cdot d^3} \quad (1)$$

Из этого выражения при известном пределе прочности материала, усилие правки  $P$  находим как:

$$P = \frac{0,4 \cdot d^3 \cdot \sigma}{L} \quad (2)$$

Расчёт показывает, что полученное по зависимости (2) величина усилия составила 13,35 Кн. Если соотнести экспериментальное значение с теоретическим, то расхождение составляет 2,85 раза. Это почти трехкратная ошибка теории от практики.

Поэтому, для расчёта рассмотрен метод верхней оценки усилия [1], по которому рассматривается кинематически возможное состояние, как бы с пластическим шарниром в центре изгиба по вертикальной оси симметрии. Процесс правки начнётся, когда напряжение на поверхности шарнира достигнет предела текучести материала на сдвиг  $\tau_{max}$ . Диаметр шарнира принят равным диаметру прутка. Условимся рассчитать ширину шарнира  $b$ , через равновеликую по площади круга площадь прямоугольника.

$$b = \frac{\pi \cdot d^2}{4 \cdot d} = \frac{\pi \cdot d}{4}$$

Момент от внутренних сил  $M_{вн}$  при повороте шарнира по радиусу  $r = \frac{d}{2}$  и

значение касательных напряжений  $\tau = \frac{\sigma_B}{2}$  составит:  $M_{вн} = \frac{\pi^2 \cdot d^3 \cdot \sigma_B}{32}$ .

Можно принять, что  $M_{вн} = 0,1 \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \sigma_B$ .

При перемещении свободных концов прутка при правке по поверхности плиты, возникает сила трения равная произведению реакции  $P/2$  умноженной на коэффициент трения  $f=0,2$ . С учётом стрелы прогиба  $\Delta$ , момент

трения относительно центра сечения прутка будет равен:

$$M_{тр} = \frac{P}{2} \cdot f \cdot \left(\frac{d}{2} + \Delta\right) \cdot$$

Условие равенства внешних и внутренних моментов при процессе правки можно записать:

$$\frac{P \cdot L}{4} - \frac{P}{2} \cdot f \cdot \left(\frac{d}{2} + \Delta\right) = 0,1 \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \sigma_B$$

Преобразование уравнения относительно  $P$  приводит к выражению:

$$P = \frac{0,4 \cdot \pi \cdot d^3 \cdot \sigma_B}{L - f \cdot (d + 2\Delta)} \quad (3)$$

Расчёт по зависимости (3) составляет усилие правки  $P=44,4$  Кн. Отклонение от эксперимента составляет 1,16 раза.

*Вывод.* Исследование показывает, что усилие правки предпочтительнее вести из условия расчёта методом верхней оценки.

#### Библиографический список

1. Воскресенский В.А. Правка пластичного бруса /В.А. Воскресенский - Известия ВУЗов, ЧМ, №2, 1975 г. с. 169-172.
2. Электронный ресурс.- Режим доступа: [www/ Tehtab.ru/DIN 50150 pdf](http://www.Tehtab.ru/DIN_50150.pdf).

УДК 622.767

## ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ МЕЛКИХ ФРАКЦИЙ КОКСОВЫХ МАРОК УГЛЕЙ

**Волков С.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Д.Ю. Бойко**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, [met-fire@mail.ru](mailto:met-fire@mail.ru)*

В данной статье рассматриваются процессы обогащения разными методами мелких фракций углей.

Ключевые слова: УПВС, сухое обогащение, воздушный поток.

Мы рассматриваем мелкие классы углей, класс 0.1, этот класс невозможно выделить грохотами.

Рассмотрим все существующие процессы обогащения углей.

*Основные методы обогащения полезных ископаемых*

По виду среды, в которой производят обогащение, различают обогащение:

- сухое обогащение (в воздухе и аэросуспензии),
- мокрое (в воде, тяжёлых средах),
- в гравитационном поле,

- в поле центробежных сил,
- в магнитном поле,
- в электрическом поле.

### Обогащение угля

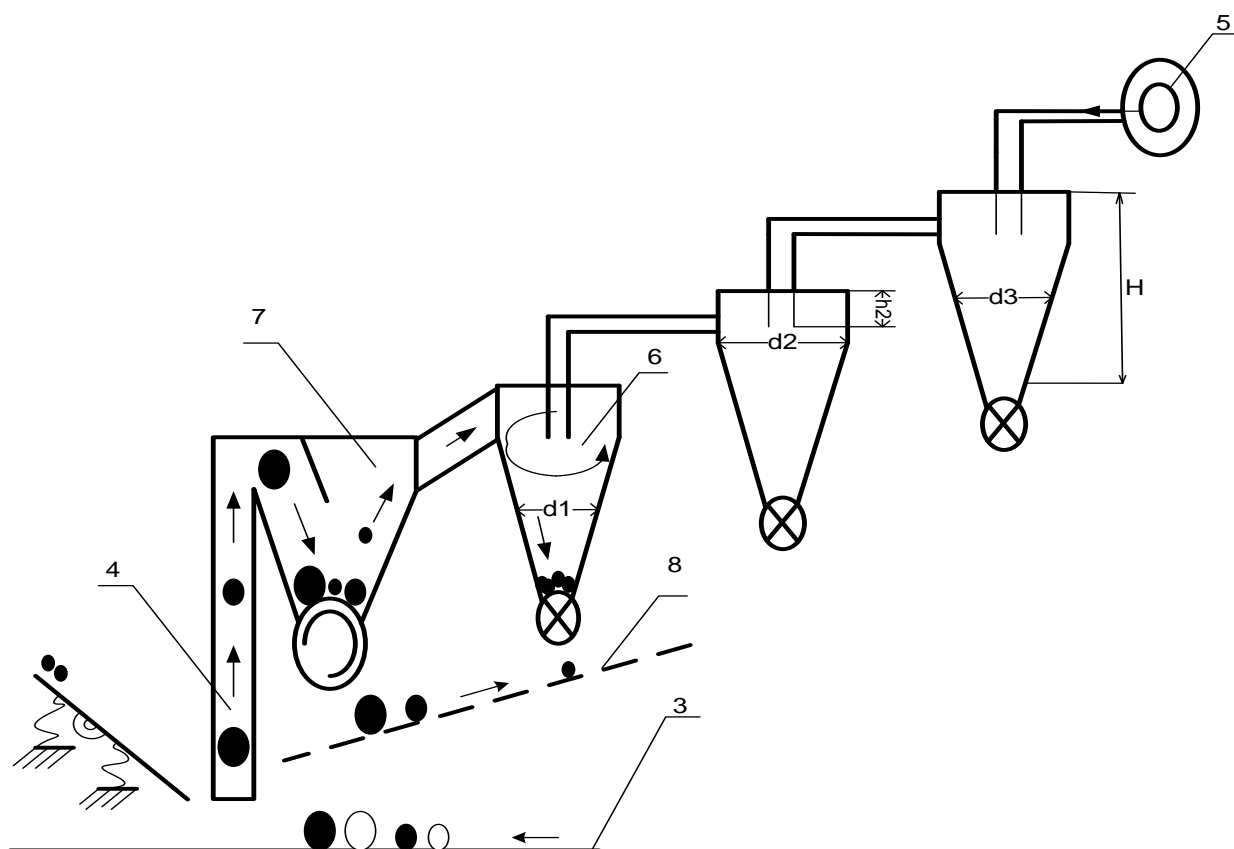
Целью обогащения угля является удаление вредных примесей.

При обогащении угля получают обычно 3 продукта:

- концентрат низкосольный, малосернистый;
- промпродукт высокосольный (энергетическое топливо);
- хвосты (отвальные).

При обогащении угля обычно применяют три метода обогащения:

- гравитацию;
- флотацию;
- электрическую сепарацию.



3 - сетчатый конвейер; 4 – воздушное сопло; 5 – тягодутьевая машина;  
6 – циклон; 7 – осадительная камера; 8 – отводящий конвейер

Рисунок 2 - Принципиальная схема тракта УПВС 01-09

Наше предложение чтоб выделить фракцию 0.3 мм концентрации, мы предлагаем установку группы регулирующих циклонов. Разной высоты, и диаметров конусной и цилиндрической части циклона, за счет регулируемой

высоты опускания внутренней трубы циклона позволяет выделять мелкий угольный концентрат.

*Выводы.* Результаты исследований и промышленные испытания показывают, что установка группы циклонов разной высоты и расчетных диаметров, высоты опускания внутренней трубы циклона, позволяет эффективно выделять концентратные фракции угля.

#### Библиографический список

1. Кузьмин А.В., Люленков В.И., Качуров К.В., Кардаков А.Л., Бойко Д.Ю. Способ сухого обогащения угля. Патент РФ № 2282503, 2005. Опубл. 27.08.2006, БИ №24
2. Кузьмин А.В., Бойко Д.Ю., Адов В.А. Разработка комбинированной технологии сухого обогащения угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2009. - ОВ №15.–С.507-516.
3. Кузьмин А.В. Технология сухого обогащения // Глобус, геология и бизнес. – 2011. - №3(16) – С.36.
4. Авдохин В.М., Морозов В.В., Кузьмин А.В., Бойко Д.Ю., Калина А.В. Вакуумно-пневматическая сепарация труднообогатимых углей // Горный журнал. -2008. - №12. -С.56 – 60.
5. Бойко Д.А., Адов В.А. Исследование процесса пневматического обогащения углей шахты «Восточная»/ Материалы международной конференции.- Екатеринбург, 21-24 апреля 2009 г.- Екатеринбург, 2009.–С.193-196.

УДК 622.767

## ПРОЦЕССЫ ОБОГАЩЕНИЯ КРУПНЫХ ФРАКЦИЙ КОКСОВЫХ МАРОК УГЛЕЙ

**Амелькин А.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Д.Ю. Бойко**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, met-fire@mail.ru*

В данной статье рассматривается процесс пневмовакuumной сепарации для обогащения крупных фракций углей, с описанием достоинств и недостатков.

Ключевые слова: пневмовакuumная сепарация, сухое обогащение, воздушный поток.

Рассмотрим существующие процессы обогащения углей.

*Обогащение методом воздушной сепарации*

Особенности метода. Коэффициент равнопадаемости частиц в воздушной среде существенно ниже, чем в воде. Соотношение сил механического взаимодействия частиц в воде и в воздухе, при прочих равных условиях, непропорционально весу частиц в этих средах. Эффективная вязкость материа-



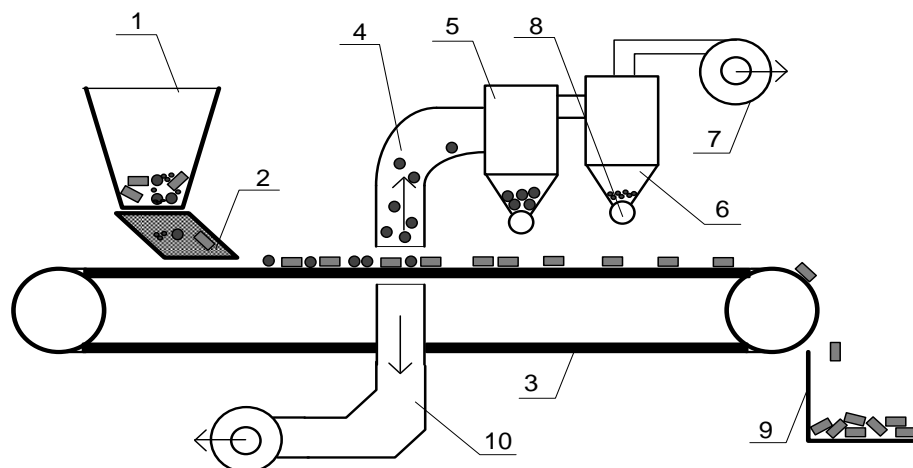
ла при пневматическом обогащении зависит не только от степени его разрыхления (содержания твердой фазы в единице объема псевдо жидкости), но и от влажности этого материала. На эффективность сухого обогащения влажного материала влияет не только отличие плотностей разделяемых частиц, но и соотношение их веса и капиллярных связей между ними. На разделение наиболее тонких частиц существенное влияние оказывает влажность воздуха.

В процессе пневмовакуумной сепарации разделение материала, находящегося на перфорированной рабочей поверхности установки (смотреть рисунок 1) происходит под влиянием воздушных потоков (сверху и снизу) либо под действием воздушного потока и одновременного механического перемешивания. При этом происходит разрыхление и расслаивание материала по плотности и по крупности зерен. Деление материала осуществляется путём перемещения слоёв материала по рабочей поверхности машины в одном или различных направлениях.

К достоинствам сухого обогащения можно отнести: простоту технологических схем, отсутствие водно-шламового хозяйства, небольшие затраты в сравнении с гидравлическим обогащением, небольшие эксплуатационные затраты.

К минусам относится зависимость результатов от влажности поступающего исходного угля и низкая технологическая эффективность, а так же большие отличия лобовых сопротивлений материала шарообразной от пластинчатой форм, что усложняет процесс сепарации.

Для воздушной сепарации применяют отсадочные машины типа ПОМ, сепараторы УША, комплекс пневматического обогащения СЕПАИР и другие.



- 1-бункер исходного материала; 2-вибрационный питатель; 3-сетчатый конвейер; 4-верхний воздуховод; 5,6-бункера для накопления продуктов сепарации; 7-дымосос; 8-выгрузатель; 9-бункер для породы; 10-нижний воздуховод

Рисунок 1 - Схема установки пневмовакуумной сепарации

### *Заключение*

Дополнительный поддув снизу, на приведённой схеме установки способствует наилучшему разделению исходного материала за счёт притягива-

ния пластинчатой формы породы к перфорированной ленте конвейера. Определённо, в перспективе промышленное применение установок пневмовакуумной сепарации угля позволит получать готовую продукцию более высокого качества, при снижении себестоимости процесса и значительном уменьшении вредного воздействия на окружающую среду по сравнению с традиционными методами обогащения.

#### Бблиографический список

1. Авдохин В.М., Морозов В.В., Кузьмин А.В., Бойко Д.Ю., Калина А.В. Вакуумно-пневматическая сепарация труднообогатимых углей // Горный журнал. -2008. - №12. -С.56 – 60.

2. Авдохин В. М. Обогащение углей: в 2 Т.-М.: Горная книга, 2012.- Т. 1. Процессы и машины. -424 с.

## **II. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ**

УДК 66.012.669

### **О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ЗАКАЛКИ РЕЛЬСОВ**

**Усик Д.Н.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mister.dmitry-usik@yandex.ru*

В работе описывается система автоматизации нового двухэтапного процесса дифференцированной закалки рельсов сжатым воздухом, который, по сравнению с известным процессом, позволяет снизить долю дефектов, возникающих при дифференцированной закалке.

Ключевые слова: автоматизированная система, закалка рельсов, АСУ ТП.

При существующем одноэтапном способе закалки на установке осуществляется автоматическое регулирование скорости охлаждения путём стабилизации давления сжатого воздуха, заданное значение которого зависит от профиля закаляемого рельса только для верхних секций закалочных сопел (только для головки рельса). Скорость охлаждения подошвы рельса установлена на постоянном уровне, который не изменяется в зависимости от профиля закаляемого рельса. При этом регулирующие клапаны нижних секций сопел установки открываются на заданный процент хода, в момент начала закалки, и до конца процесса закалки рельса их положение не меняется. Охлаждение подошвы при закалке головки рельса осуществляется для того, чтобы рельс, длиной сто метров, не деформировался от напряжения, образующегося из-за резкого падения температуры в головке рельса. Такой режим был выбран при настройке существующей системы автоматизации исходя из практических испытаний.

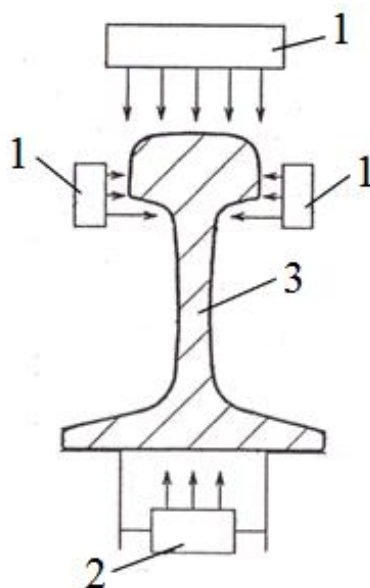
Задачей изобретения [1] является формирование сбалансированного комплекса механических свойств рельсов из углеродистой и низколегированной стали, уменьшение кривизны рельсов в вертикальной плоскости, сведение к минимуму усилий при холодной правке и обеспечение минимальных остаточных напряжений.

В соответствии с изобретением [1] рельсы, после окончания горячей прокатки, при температуре 950-1080 °С позиционируются в положение «на подошву» и по одному задаются в охлаждающее устройство. Рельс фиксируется в охлаждающем устройстве при помощи зажимного механизма. Охлаждение рельса проводится в два этапа. На первом этапе охлаждение головки и подошвы рельса в интервале температур от 900-1030 °С до 730-870 °С

производится со скоростями 2-15 °С/с и 1-10 °С/с соответственно. На втором этапе охлаждение головки и подошвы рельса в интервале температур от 730-870 °С до 540-640 °С проводится соответственно со скоростями 2-20 °С /с и 1,5-15 °С/с. После охлаждения рельс с температурой 540-640 °С выдается из охлаждающего устройства и отправляется по рольгангу на холодильник для охлаждения до температуры 60 °С и ниже.

Заявляемые пределы температуры, а также скорости охлаждения рельса перед и в процессе заковки выбраны авторами изобретения экспериментальным путем, исходя из требований к прямолинейности, микроструктуре и остаточным напряжениям рельсов из углеродистой и низколегированной сталей. Выбор заявленных скоростей охлаждения в интервалах температур от не менее чем 900 °С до не более 870 °С и от не более 870 °С до 650 °С и менее обусловлен необходимостью получения перлитной структуры, а также достижения минимального градиента температур по сечению рельса для достижения требуемой его прямолинейности и минимизации остаточных напряжений.

Указанные скорости охлаждения обеспечиваются конструкцией охлаждающего устройства, которое включает секции длиной 2400 мм. Каждая секция состоит из 4-х перфорированных коробов, три из которых размещены над головкой и один вдоль средней части подошвы рельса (рисунок 1).



1 – верхние сопла; 2 – нижние сопла; 3 – рельс

Рисунок 1 – Схема расположения закалочных сопел относительно рельса

Каждый короб соединен с воздухопроводом. За счет регулирования давления воздуха при помощи дроссельных пневмоклапанов, поддерживаются заданные скорости охлаждения.

Экспериментальные параметры двухэтапного охлаждения рельсов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальные режимы термической обработки рельсов

№ рельса	Режим охлаждения рельса												
	1 Этап					2 Этап					Общее время охлаждения, с	Температура рельса после охлаждения, °С	
	Время охлаждения, с	Температура начала охлаждения, °С		Средняя скорость охлаждения, °С/с		Время охлаждения, с	Температура начала охлаждения, °С		Средняя скорость охлаждения, °С/с				
		головка	подошва	головка	подошва		головка	подошва	головка	подошва			
1	110	960	900	2	1	10	740	790	20	15	120	540	640
2	30	960	900	3	2	60	870	840	5,5	3,5	90	540	630
3	40	1030	960	4	2,5	65	870	860	5	4	105	545	600
4	70	995	925	2,5	1,5	75	820	820	3,6	2,6	145	550	625
5	70	995	940	3,5	3	30	750	730	7	5	100	540	580
6	15	960	910	7	5	115	855	835	2,6	2	130	556	605

Полученные в результате натурального эксперимента оценки стрелы прогиба и остаточных напряжений, а также исследований микроструктуры представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты испытаний рельсов, соответствующие экспериментальным режимам охлаждения

№ рельса	Стрела прогиба рельса, мм	Расхождение паза, мм	Микроструктура рельса
1	10	1,4	Перлит
2	10	1,2	Перлит
3	5	1,1	Перлит
4	6	1,0	Перлит
5	10	1,2	Перлит
6	5	1,0	Перлит

Описанный способ термической обработки рельсов позволяет получить сбалансированный комплекс механических свойств при удовлетворительной перлитной структуре металла, а также улучшить прямолинейность рельсов и обеспечить низкие остаточные напряжения.

Из таблиц 1 и 2 видно, что наилучшим режимом подачи воздуха к подошве рельса в соответствии с подачей воздуха к головке рельса по результатам механических испытаний металла, является режим обработки рельса №6. На рисунке 2 изображен график изменения уставок автоматическим регулятором давления сжатого воздуха для оптимального режима охлаждения.

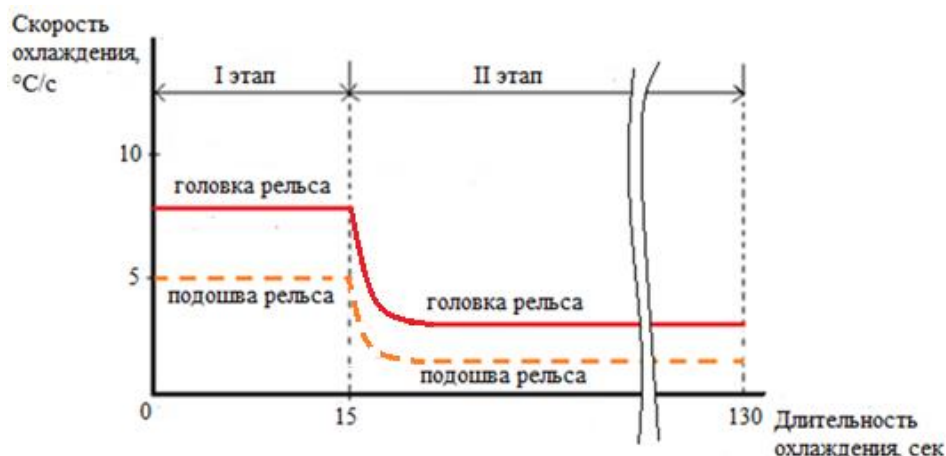


Рисунок 2 – График рациональных скоростей двухэтапного охлаждения рельса

Для реализации нового способа термической закалки необходимо осуществить автоматическое поддержание давления воздуха, подаваемого к подошве рельса, в соответствии с давлением, подаваемым к головке рельса с учётом действующих «рецептов закалки» (для разных профилей рельсов). При этом важно обеспечить «безударность» перехода автоматических регуляторов давления от уставок 1-го этапа к уставкам 2-го этапа. Рациональными траекториями перехода могут быть убывающие экспоненты, показанные на рисунке 2.

#### Библиографический список

1. Пат. 2487178 Российской Федерации, Способ термической обработки рельсов / Волков К.В., Корнеева Л.В., Чудов Е.Н., Полевой Е.В. - заявл. 01.06.2012; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19

УДК 004:61

### ТИПОВАЯ МЕДИЦИНСКАЯ ИУС «ИНТЕРИН PROMIS»: КАК ПОВЫСИТЬ ЭФФЕКТИВНОСТЬ?

**Плотников В.Е.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: plotnikovvlad3266@gmail.com*

В докладе дана краткая характеристика интегрированной медицинской информационно-управляющей системы (ИУС) «Интерин PROMIS». Описаны участки автоматизации, для которых может быть использована система «Интерин PROMIS». Предложены улучшения системы «Интерин PROMIS» на базе использования платформы Oracle.

Ключевые слова: интегрированная информационно-управляющая си-

стема, информационная система (ИС), лечебно-профилактическое учреждение (ЛПУ), платформа Oracle.

*Актуальность* выполнения данной работы обусловлена тем, что от правильного выбора и конкретизации ИУС предприятия напрямую зависит качество производственных и технологических процессов на основании контроля управленческой документации и показателей качества выполнения прямой производственной деятельности предприятия. Внедрение интегрированной ИУС предприятия способствует качественному улучшению процессов управленческого планирования и контроля деятельности со стороны руководства, а также позволяет составить адекватное представление о текущих результатах деятельности предприятия.

Интегрированная ИУС предприятия представляет собой ИС сбора, обработки и выдачи руководителям информации, необходимой для принятия эффективных управленческих решений и контроля их выполнения.

*Цель* доклада заключается в изучении вопросов, связанных с улучшением интегрированной медицинской ИУС.

Различные аспекты использования интегрированных ИУС предприятия представлены в работах А.В. Затонского, Е.Л. Федотовой, Б.В. Черникова, О.В. Шишова. Однако, следует отметить, что в работах перечисленных авторов сведения о интегрированных ИУС предприятия разрознены и не систематизированы.

Термин «Лечебно-профилактическое учреждение» (ЛПУ) представляет собой общее название медицинских учреждений, которые предназначены для оказания различной лечебно-профилактической помощи населению. К ЛПУ относятся больничные, амбулаторно-поликлинические, санаторно-курортные учреждения, диспансеры, станции скорой и неотложной медицинской помощи, переливания крови, а также учреждения охраны материнства и детства.

Медицинская ИС «Интерин PROMIS» [5] создана в результате исследований и разработок, начатых более 20 лет назад, успешно внедрена и функционирует в десятках крупнейших клиник России. Вместе с тем, новые вызовы, стоящие перед пользователями и разработчиками системы, формируют новые требования к возможностям этой информационной системы, инфраструктуре функционирования и технологиям ее применения. Исследовательский центр медицинской информатики Института программных систем им. А.К. Айламазяна РАН на протяжении многих лет проводит исследования по направлению развития медицинских ИС и поиска решений для вновь возникающих задач [1]. Исследования последних лет были направлены, в том числе, на решение технологических задач, связанных с управлением пользовательским интерфейсом, методами представления и хранения данных различных типов, организации работы системы «Интерин PROMIS» в распределенной информационно-вычислительной среде.

Система «Интерин PROMIS» представляет собой интегрированную ин-

формационную и функциональную среду, объединяющую элементы различных локальных медицинских ИС. Она обеспечивает информационную поддержку деятельности всех служб медицинского учреждения – от документооборота и финансового учета до ведения клинических записей о пациенте, интеграции с медицинским оборудованием и поддержки принятия решений [3].

Система «Интерин PROMIS» ориентирована на совместную работу с несколькими учреждениями – возможно, разного типа – и может стать основой при формировании единого информационного пространства комплекса ЛПУ.

Внедрение системы «Интерин PROMIS» в ЛПУ предполагает: установку типового варианта системы, настройку и конфигурирование системы с учетом специфики учреждения, настройку рабочих мест пользователей, обучение персонала и последующее сопровождение работы системы [4].

Система «Интерин PROMIS» позволяет автоматизировать следующие виды деятельности ЛПУ:

- развитие интерфейсных возможностей ИУС ЛПУ и дополнительных инструментальных средств по разработке новых интегрируемых приложений анализа и консолидации медицинской информации;
- управление медицинским электронным документооборотом;
- эффективное управление ресурсами ЛПУ;
- формирование и ведение амбулаторно-поликлинических медицинских данных;
- управление финансовыми данными;
- инструментальная поддержка технологии ведения медицинских проектов;
- внедрение новых подсистем и обучение персонала [2].

В связи с тем, что платформа «Интерин PROMIS» представляет собой единый открытый, промышленный комплекс решений, реализующий в одной технологии все элементы медицинского информационного пространства: от рабочего места врача, до медицинского портала региона. Можно рекомендовать интеграцию системы «Интерин PROMIS» с СУБД Oracle 11g, которая обладает всеми основными качествами коммерческих систем, ограничивая лишь объем хранимой пользовательской информации 11 гигабайтами, что для небольших и средних ЛПУ более чем достаточно для нормальной работы.

Использование инновационной платформы Oracle в составе интегрированной ИУС позволяет применять передовые решения в области эффективного управления данными, в частности:

- СУБД с высокими показателями надежности, быстродействия, масштабируемости, технологичности и безопасности;
- передовые средства разработки и технологии эксплуатации корпоративных систем;
- основные операционные систем, в том числе Linux;
- средства кроссплатформенной интеграции;
- инструменты анализа и консолидации оперативной информации;
- управление базами данных любых объемов;
- инструментальные средства и СУБД с оптимальными показателями



по стоимости владения для конечных пользователей.

Таким образом, современные возможности интегрированной ИУС «Интерин PROMIS» возможно улучшить за счет использования СУБД Oracle 11g. Применение платформы Oracle позволит получить широкие возможности интеграции, расширенные возможности анализа информации и практически безграничные возможности анализа управленческой информации.

Предложенный подход к применению ИУС «Интерин PROMIS» позволяет эффективно обеспечивать декомпозицию и последующий синтез элементов пользовательского интерфейса непосредственно в процессе работы пользователя с системой. Он обеспечивает высокую гибкость интерфейса пользователя, позволяя в плоском однооконном режиме динамически предоставлять необходимую информацию и формировать управления с учетом контекста решаемой, в конкретный момент, задачи. При этом, интерфейс остается лаконичным и компактным, сохраняя все выразительные способности и функциональные возможности системы. За счет выполнения генерации пользовательских форм непосредственно на клиенте из один раз загруженных элементов управления и описаний модулей, удастся обеспечить высокую отзывчивость интерфейса и низкую нагрузку на сервер и каналы связи.

#### Библиографический список

1. Затонский А.В. Информационные технологии: разработка информационных моделей и систем: Учеб. пос. / А.В.Затонский - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 344 с.
2. Федотова Е.Л. Информационные технологии в профессиональной деятельности: Учебное пособие / Е.Л. Федотова. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 368 с.
3. Черников Б.В. Информационные технологии управления: Учебник / Б.В. Черников. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: ИД ФОРУМ: НИЦ ИНФРА-М, 2014. – 368 с.
4. Шишов О.В. Современные технологии и технические средства информатизации: Учебник / О.В. Шишов. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. – 462 с.
5. МИС «Интерин PROMIS» [Электронный ресурс] : Презентация. – Группа компаний Интерин. – [80] / URL: [https://www. slideshare. net/interin /promis-10429364](https://www.slideshare.net/interin/promis-10429364) (дата обращения 01.02.2017).

## **О ПОСТРОЕНИИ И ПРИМЕНЕНИИ НОРМАТИВНОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО - ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

**Кистерев Д.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Тараборина Е.Н.**

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

Рассматривается построение нормативной модели процесса подготовки и проведения международной научно-практической конференции, при помощи методологии функционального моделирования SADT стандарта IDEF0, в условиях СибГИУ. В статье предложен рациональный набор функций сайта конференции.

Ключевые слова: конференция, стандарт IDEF0, декомпозиция, сайт, нормативная модель.

Международные научно-практические конференции позволяют исследователям и практикам, а так же студентам, молодым специалистам и ученым ознакомиться с актуальными проблемами науки и обмениваться опытом в форме теории и практики сложных технических систем, например систем автоматизации управления технологическими агрегатами, машинами и механизмами. Помимо этого каждый молодой участник конференции учится выступать перед публикой, развивает в себе новые качества, в том числе качества оратора, лидера и т.д.[1]. Любое подобное мероприятие должно иметь организационный план, который подразумевает логику и порядок действий, направленных на реализацию всех этапов мероприятия.

Для организации конференции необходимо проделать немалую работу. Выделим её основные этапы: 1. *Подготовительный этап*. Создание программного и организационного комитетов, составление информационных писем, подготовка приказа о проведении конференции, подготовка заявки в РФФИ на финансирование конференции, формирование программы конференции, рассылка приглашений, прием и регистрация заявок от будущих участников и т.д. 2. *Основной этап*. Проведение конференции включает: регистрацию прибывших участников, организацию встреч участников, организацию технического сопровождения, проведение пленарного и секционных заседаний и т.д. 3. *Заключительный этап*. Обсуждение и принятие решения конференции, неформальные встречи, выдача сборника трудов конференции, формирование отчетов о конференции [2]. Для разработки программы и плана основных работ необходимо построить нормативную модель процессов конференции (функций системы “Конференция”), для чего целесообразно воспользоваться методологией функционального моделиро-

вания SADT. Можно применить стандарт IDEF0, так как он позволяет отобразить структуру и функции системы, потоки информации, а так же организационные и материальные объекты, связанные с этими функциями[3]. При этом нормативная модель будет состоять из одной контекстной диаграммы, которая является вершиной древовидной структуры диаграмм и представляет собой самое общее описание системы. Её декомпозиция в виде модели основных работ представлена на рисунке 1.

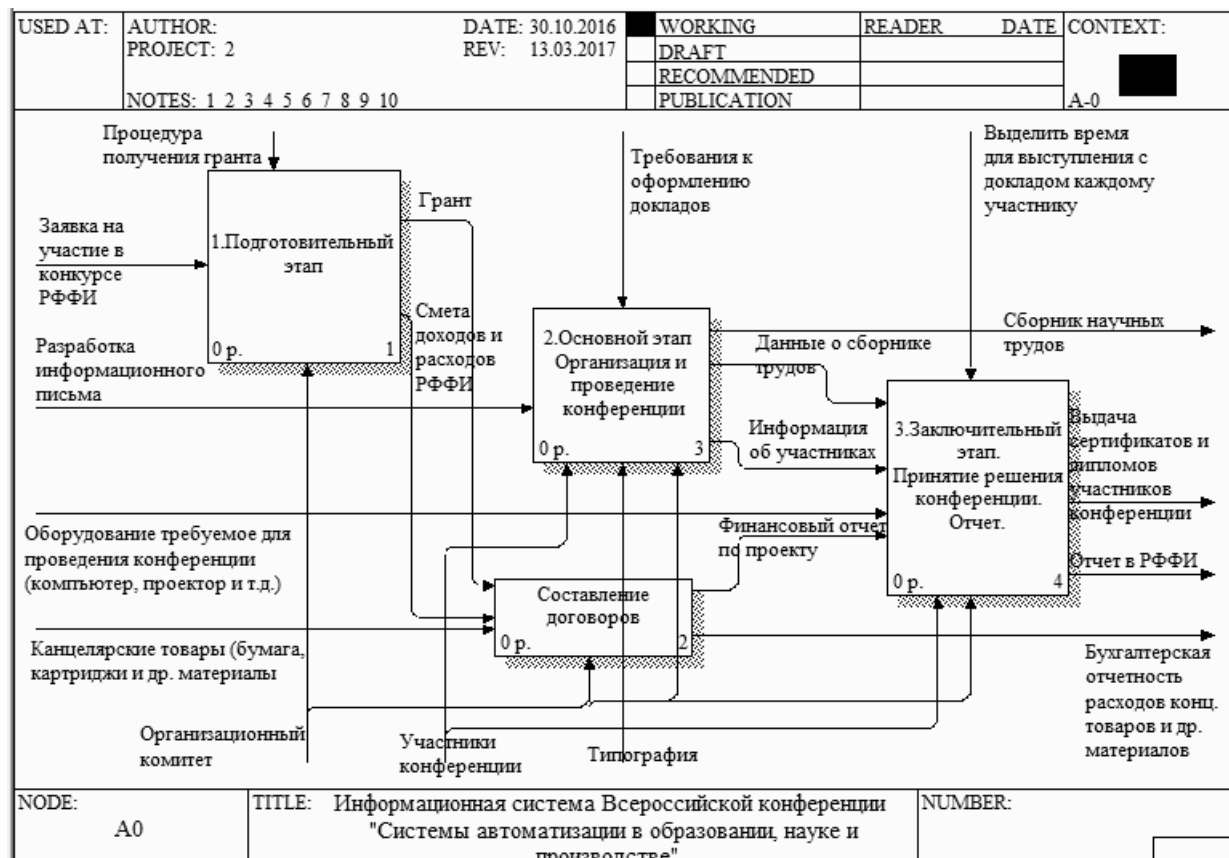


Рисунок 1 - Нормативная модель основных работ, связанных с проведением этапов конференции.

Они наглядно отображают входную, выходную информацию, позволяют отследить процессы и механизмы управления, соответствующие каждому этапу.

Построив нормативную модель, организатор конференции может сформировать план действий, требуемый для её организации и проведения.

Можно упростить немалую по объему работу, связанную со сбором научных докладов и информированием множества участников конференции путем разработки её сайта [4]. К функциям (задачам), выполняемым сайтом относятся:

1. Регистрация участников (получение личных данных и организация процесса их хранения).
2. Перечень мероприятий конференции.

3. Отображены программы работы секций.
4. Оглашение результатов мероприятий.
5. Оперативная связь и взаимодействие участников между собой, с программным и организационным комитетом.

Такой сайт позволит донести необходимые сведения до желающих принять участие в проводимых мероприятиях, а также позволит систематизировать получаемые данные от зарегистрировавшихся пользователей, что исключит потерю важных данных, Декомпозиция нормативной модели основного этапа представлена на рисунке 2.

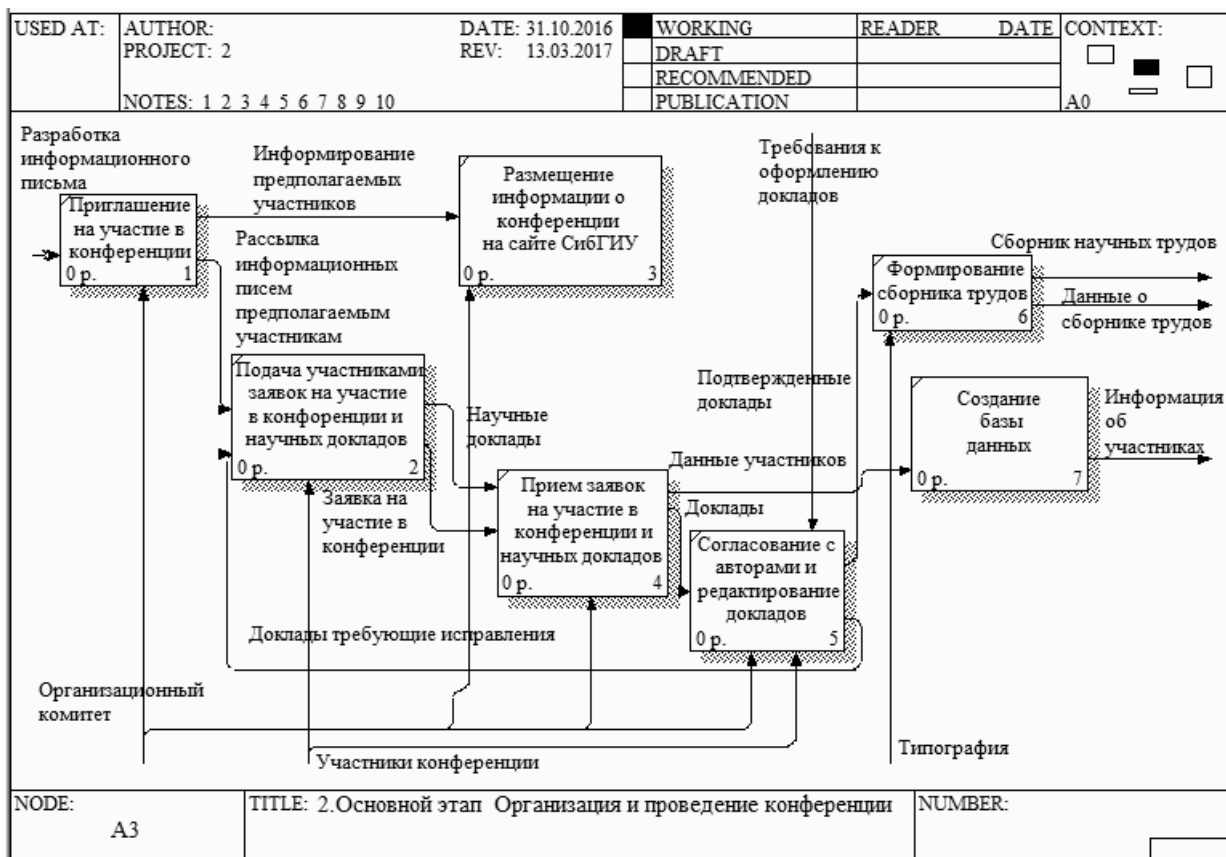


Рисунок 2 –Декомпозиция нормативной модели основного этапа.

### Библиографический список

1. Научные конференции и их польза [Электронный ресурс] / URL: <http://reshit.ru/nauchnye-konferencii-i-ix-polza> (дата обращения: 7.03.2017).
2. Организация и проведение научно-практических конференций : Методические рекомендации / Составитель Д. И. Суворова. - Изд. 2-е, исправл. И дополн. - Ижевск, 2015. - 34 с.
3. Маклаков С.В. ВРwin и Erwin. CASE-средства для разработки информационных систем / С.В. Маклаков. - М.: Диалог-МИФИ, 2000. - 202 с.
4. Веллинг Л. Разработка web-приложений с помощью PHP и MySQL, 4-е изд.: Пер с англ.- М. : ООО "И.Д. Вильямс ", 2010.- 848 с. : ил. - Парал. тит. Англ.

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ**

**Никулина Е.Г.**

**Научный руководитель: к.т.н. доцент Буинцев В.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Достижения и тенденции развития в сфере информационных систем привело к созданию такой разработки, как компьютерные обучающие системы, которые успешно помогают в освоении нового материала и способствуют повышению уровня знаний и умений.

Применение таких обучающих систем в области химии поможет, к примеру, провести на базе компьютерной техники лабораторные работы и познакомиться с различными технологическими процессами, что значительно повысит уровень понимания изучаемого материала.

Ключевые слова: обучающая система, программа, химические реакции, процесс обучения, моделирование, кинетика, исследование, скорость химической реакции, система моделирования.

Автоматизированные обучающие системы (АОС), представляют собой такие информационные системы, которые состоят из программно-технических комплексов с учебной, организационной и методической поддержкой процесса обучения [1].

Создание обучающей системы для исследования кинетики химических реакций является одним из способов повышения эффективности процесса обучения в области химии. Использование в такой системе анимации, графики и других компонентов позволяет улучшить уровень усвоения материала.

На рисунке 1 представлен общий вид функциональной схемы учебно-исследовательской системы.

Исходя из постановки задачи для реализации компьютерной обучающей системы необходимо выполнение следующих требований:

- модель объекта исследования должна соответствовать реальным физическим законам и процессам;
- имитирование свойств химического процесса должно производиться с заданной точностью;
- подсистема отображения информации должна быть оснащена анимацией для её лучшего восприятия обучаемым;
- информационная система должна позволять вводить необходимые параметры, анализировать выполненные действия и наблюдать за изменением данных.

С учетом данных требований может быть спроектирована любая компьютерная учебно-исследовательская система.

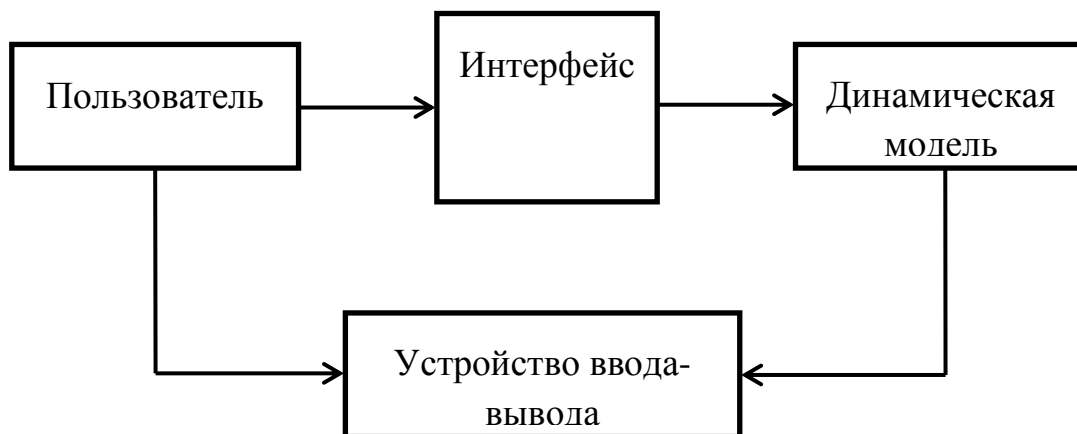


Рисунок 1 – Функциональная схема учебно-исследовательской системы (УИС)

В качестве примера реализации взята компьютерная УИС «Кинетика химических реакций». По сути, химические реакции бывают двух видов: гомогенные - реакции между реагентами в одинаковом агрегатном состоянии, и гетерогенные - реакции между реагентами в различных агрегатных состояниях [2].

При обучении система должна воспроизводить различные ситуации. К примеру:

- изменение времени, в течение которого скорость химической реакции достигнет нужного значения;
- изменение давления (при уменьшении или увеличении давления будут изменяться параметры химической реакции);
- изменение концентрации (при уменьшении или увеличении концентрации будут изменяться параметры химической реакции при уменьшении или увеличении концентрации);
- изменение температуры (при повышении температуры будут изменяться различные параметры реакции).

Одно из основных понятий кинетики химических реакций является скорость, которая показывает, как изменяются концентрации реагирующих веществ за единицу времени.

Рассмотрим, какие факторы влияют на скорость реакции:

- наличие катализатор;
- концентрация реагентов;
- температура в зоне реакции.

Воздействие катализатора на скорость химической реакции основывается тем, что он способствует уменьшению энергии активации и (или) увеличению энтропии активации химической реакции [3].

Зависимость скорости реакции от концентрации реагируемых веществ прямопропорциональна, т.е. при увеличении концентрации скорость реакции увеличивается, и выражается с помощью закона действующих масс [4]:

$$v = k \cdot C_A^{n_A} \cdot C_B^{n_B} \dots \cdot C_i^{n_i}; \quad (1)$$

где  $k$  - константа скорости;

$V$  - скорость химической реакции;

$C_i$  - концентрации исходных веществ;

$n_i$  – коэффициенты порядка реакции.

Константа скорости вычисляется по закону Аррениуса:

$$k = k_0 \exp(-E/RT) \quad (2)$$

где  $k_0$  - предэкспоненциальный множитель;

$E$  - энергия активации, Дж/моль;

$R$  - газовая постоянная, Дж/моль К;

$T$  - температура, °К.

Температура, как фактор, влияющий на скорость реакции, описывается согласно исследованиям голландского учёного Вант-Гоффа, которым было установлено, что при повышении температуры на каждые 10°C скорость реакции увеличивается в 2–4 раза [5].

Для получения точной информации об изменении параметров (концентрации, давления, скорости) химической реакции система должна реализовывать функцию расчета основных данных с возможностью анализа выполненных действий.

#### Библиографический список

1. Гафаров М.К., Карабаев Ж.К. Применение автоматизированных обучающих систем в образовании / М.К. Гафаров, Ж.К. Карабаев // Вестник КАС. - 2006. - №1.
2. Лопанов А.Н. Моделирование кинетики гомогенных химических реакций: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: А.Н. Лопанов, Ю.В. Хомченко. – Белгород: Из-во БГТУ, 2010. – 46 с.
3. Лопанов А.Н. Взрывы и взрывчатые вещества: монография / А.Н. Лопанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. – 516 с.
4. Жолнин А.В. Общая химия: учебник / А. В. Жолнин ; под ред. В. А. Попкова, А. В. Жолнина.- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — 400 с.
5. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: учебник для вузов / В.П. Цымбал. – Кемерово; М.: Издательское объединение «Российские университеты»: Кузбассвузиздат– АСТШ, 2006. – 431 с.

## РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОГО ОБЪЕМНОГО ЛАНДШАФТА ДЛЯ ИГРОВЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ К СИМУЛЯТОРУ ARMA 3

Тузиков Н.Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Падалко А.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В работе рассматриваются вопросы создания рельефа местности для игровых приложений к симулятору Arma 3 на основе известных программ, таких как SAS.Planet, GlobalMapper, TerrainBuilder, Buldozer.

Ключевые слова: виртуальная местность, симулятор Arma 3, спутниковая карта, карта высот, игровые приложения.

Одной из основных задач разработки игровых приложений является создание виртуальной местности, на которой развиваются воспроизводимые в игре действия. Разработка местности осуществляется на основе реально существующей территории с использованием общедоступной спутниковой карты и карты высот.

Для создания объемного ландшафта на основе спутниковой карты и карты высот применяют различные программы и спутниковые карты, которые используют в формате .bmp, являющимся одним из распространенных форматов изображений. Карту высот применяют в формате .asc, который является специализированным форматом для хранения таких типов данных. При создании карт местности и высот необходимо соблюдать размеры и координаты моделируемого ландшафта, для того чтобы создаваемый рельеф местности совпадал с представлением на спутниковой карте. В данной работе используется программа SAS.Planet, которая позволяет загружать различные спутниковые карты, задавать необходимую область с помощью графических координат и склеивать полученные данные в единое изображение [1]. Для получения карты высот используется программа GlobalMapper, которая из выделенной по географическим координатам зоны создает файл в формате .asc [2]. Таким образом, используя эти программы, выделяют необходимую местность, (для примера в данной работе это остров Джиянутри в Италии) и получают спутниковую карту и карту высот представленные на рисунке 1.

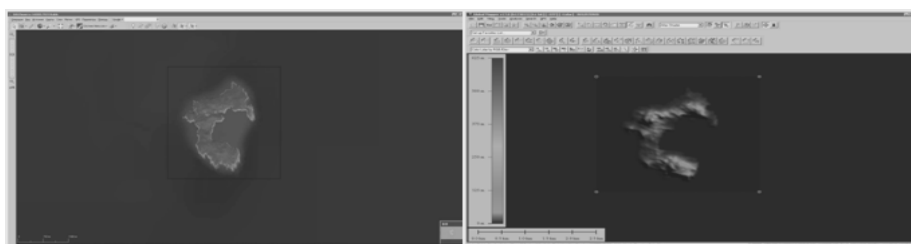


Рисунок 1 – Полученная спутниковая карта и карта высот.



Полученные карты импортируют в программу Terrain Builder, которая предоставляется разработчиками Arma 3. При этом создается шаблон проекта и настраиваются все параметры новой местности, такие как размер ландшафта, размер квадрата, размер спутниковой карты и текстур, и приступают к генерации рельефа [3]. После процедуры генерации, для полученного ландшафта задаются текстуры (изображение, воспроизводящие визуальные свойства каких-либо поверхностей или объектов).

Для установки текстур поверхности используется маска, изображение, которое совпадает с размером местности и служит направляющей для текстур. Кроме того, создается файл конфигурации, в котором задаются соответствия текстур с цветом на маске, после чего используют файл конфигурации и в программе Terrain Builder устанавливают текстуры для поверхности. Результат процедуры установки представлен на рисунке 2.

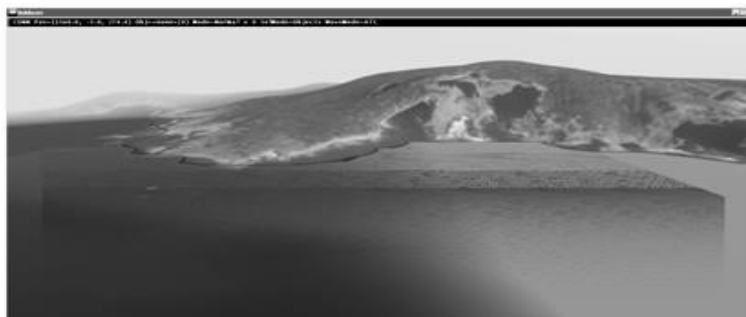


Рисунок 2 – Созданный рельеф с текстурами

С использованием программы Buldozer на местность устанавливают различные строительные объекты [4]. Например, в данной работе был создан небольшой поселок, представленный на рисунке 3.



Рисунок 3 – Созданная местность с объектами

Когда местность заполнена объектами ее экспортируют в Arma 3, для этого с использованием программы rboProjector производится процедура экспортирования, после которой все рабочие файлы проекта архивируются в структуру поддерживаемую симулятором Arma 3. Подключив модификацию, созданная местность может использовать возможности редактора Arma 3 [5]. Например, установить технику и проехать по созданной местности, как продемонстрировано на рисунке 4.



Рисунок 4 – Использование местности в Arma 3

Разработанный подход к созданию объемных рельефов предназначен для построения игровых приложений к симулятору Arma 3 и может иметь коммерческий интерес для разработчиков игровых приложений.

#### Библиографический список

1. SAS.Планета [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://sasgis.ru/sasplaneta/> .- 6.3.2017 - Загл. с экрана.
2. GlobalMapper [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.bluemarblegeo.com/products/global-mapper.php> .- 6.3.2017 - Загл. с экрана.
3. Terrain Builder [Электронный ресурс]. – Электрон. дан – Режим доступа: [https://community.bistudio.com/wiki/Terrain\\_Builder](https://community.bistudio.com/wiki/Terrain_Builder) .- 6.3.2017 - Загл. с экрана.
4. Buldozer Manual [Электронный ресурс]. – Электрон. дан – Режим доступа: [https://community.bistudio.com/wiki/Buldozer\\_Manual](https://community.bistudio.com/wiki/Buldozer_Manual) .- 6.3.2017 - Загл. с экрана.
5. Arma 3 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан – Режим доступа: [https://community.bistudio.com/wiki/Arma\\_3](https://community.bistudio.com/wiki/Arma_3) .- 6.3.2017 - Загл. с экрана.

УДК 004.77

## **ОБ АДМИНИСТРИРОВАНИИ АРМ СОТРУДНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УДАЛЕННОГО ДОСТУПА**

**Ежов С.Ю.**

**Научный руководитель: Волкова Е.Д.**

*Профессиональный колледж города Новокузнецка,  
г. Новокузнецк, e-mail: volklva@pkgn.ru*

В данной статье отражены функциональные возможности программ по удаленному администрированию ПК, позволяющие эффективно организовывать и управлять работой ПК сотрудников организаций. Приведен сравнительный анализ программных продуктов по удаленному администрированию ПК.

Ключевые слова: ПК, удаленное администрирование, удаленный доступ, программа, утилита.

В настоящее время парк компьютеров в любой, даже не очень большой организации исчисляется десятками машин. Когда речь заходит о крупном предприятии, счет уже идет на сотни. Организация рабочего процесса в компьютерных сетях - не простая задача. Во-первых, существует возможность технической поломки ПК, что приостанавливает производственный процесс. Во-вторых, существует риск, связанный с недобросовестным исполнением работником своих должностных обязанностей, при работе с ПК. В-третьих, возможна утечка ценных данных, что может негативно сказаться на работе предприятия. Также исправление незначительных дефектов работы ПК в «ручном режиме» занимает достаточно большой промежуток времени, что не эффективно. Однако, современные технологии предоставляют возможность контролировать ПК удаленно.

Приложения для удаленного доступа позволяют экономить финансовые средства, так как ИТ-сотрудников в подавляющем большинстве случаев не нужно отправлять в командировки. Все время находясь "в сети" они могут: формировать рабочий график, советоваться с коллегами, давать результативные поправки в рабочие моменты. Удаленное администрирование предоставляет пользователю почти полный контроль над удаленным компьютером. Собственно, для этой цели и создаются программы удаленного администрирования, дающие возможность управлять рабочим столом, копировать и удалять файлы, запускать приложения, находясь на расстоянии.

Прежде всего, выделим подкласс программ, по крайней мере, обеспечивающих подключение к рабочему столу, что позволяет решать любую задачу без освоения специальных средств подобных скриптам. При этом желательно иметь удаленный доступ к командной строке, и какие-то готовые инструменты для: передачи файлов, быстрого просмотра запущенных процессов, выключения/перезагрузки и т.д. – чем больше, тем лучше. Не лишней также окажется и поддержка смежных функций вроде инвентаризации оборудования и ПО контроля за использованием ПК.

При этом очень важны: простота развертывания и навигации по сети, быстрое нахождение нужной рабочей станции. Полезно также иметь средство коммуникации с пользователями, хотя бы для оперативного обмена текстовыми сообщениями. И конечно, необходимо, чтобы подобные программы отвечали требованиям безопасности. Все данные, передаваемые даже по внутренней сети предприятия, должны шифроваться с помощью современных алгоритмов, все сетевые подключения – протоколироваться.

Разумеется, в утилитах удаленного доступа к ПК имеются и недостатки. В частности, некоторые утилиты не имеют встроенного голосового чата, и средств управления реестром удаленного компьютера. Замечено также, что по скорости работы в медленных сетях некоторые утилиты уступает стандартному RDP. Также существенное упущение – отсутствие кросс-платформенности и платность корпоративного использования утилит удаленного доступа к ПК. Программы удаленного администрирования, предлагают следующие три варианта подключения соединения между ПК:

- IP-подключение. Классический способ. Для администрирования клиентский ПК должен входить в одну локальную сеть с администратором или иметь внешний статический IP-адрес.

- Account-подключение. Для его реализации необходимо зарегистрироваться на официальном сайте производителя ПО.

- Подключение по ID, не требующие от пользователя установки утилиты.

Некоторые утилиты могут работать без инсталляции. Утилиты сочетают в себе огромную функциональность и понятный интерфейс, с которым справится даже новичок. Для домашнего использования данное ПО является бесплатным. К поддерживаемым относятся ОС - Windows, BSD, Linux, iOS, Android и другие. В таблице 1 отражен сравнительный анализ функциональных возможностей распространенных утилит удаленного доступа к ПК.

Таблица 1 - Сравнительный анализ утилит удаленного доступа к ПК

Продукты Режимы	AeroAdmin FREE	Ammyu Admin Free	LiteManager Pro/Free	RMS Удаленный доступ	TeamViewer
Режим работы	Клиент & Сервер	Клиент & Сервер	Клиент & Сервер	Клиент & Сервер	Клиент & Сервер
Шифрование	AES-256, RSA	AES-256, RSA	AES-256, RSA	AES-256, RSA	AES-256, RSA
Передача файлов	+	+	+	+	+
Передача звука	-	+	+	+	+
Многоклиентный режим	+	+	+	+	+
Удаленный помощник	+	+	+	+	+
Запрос права доступа	+	+	+	+	+
Обход NAT	+	+	+	+	+
FreeBSD клиент	-	+	-	-	-
Linux клиент	-		-	+	+
Mac OS X клиент	-		+	-	+
Microsoft Windows клиент	+	+	+	+	+
iOS (ipod Touch, iPhone, iPad) клиент	-		+	+	+
Android клиент	-		+	+	+
Фиксированный	+	+	+	+	+

В заключение отметим, что с распространением сетевых технологий удаленная работа в интернете стала достаточно актуальна. И возможность контролировать рабочий процесс удаленно – необходимость, продиктованная

жизнью. Использование программ удаленного доступа к ПК является адекватным решением для организации работы небольшой фирмы, так как значительно повысит эффективность менеджмента рабочего времени сотрудников, что положительно отразится на финансовых отчетах организации.

#### Библиографический список

1. TeamViewer – удаленная поддержка, удаленный доступ, онлайн взаимодействие и конференции: [Электронный ресурс]: основной сайт разработчика - режим доступа [<https://www.teamviewer.com/ru>] – загл. с экрана; (дата обращения: 10.05.2017).

2. Что такое системное администрирование? [Электронный ресурс]: статья об основных аспектах удаленного доступа к ПК – режим доступа [<http://www.uznayvse.ru/voprosyi/chto-takoe-udalennoe-administrirovanie-72336.html>] – загл. с экрана; (дата обращения: 10.05.2017).

3. «Удаленный компьютер». Удаленный доступ к компьютеру через интернет: [Электронный ресурс]: статья с описанием программного обеспечения для удаленного доступа, с анализом их характеристик – режим доступа [<http://fb.ru/article/183922/udalennyiy-kompyuter-udalennyiy-dostup-k-kompyuteru-cherez-internet>] – загл. с экрана; (дата обращения: 10.05.2017);

4. AeroAdmin - бесплатный удаленный доступ к компьютеру через интернет, удаленное управление компьютером: [Электронный ресурс]: официальный сайт разработчика ПО – режим доступа [<http://www.aeroadmin.com/ru/>] – загл. с экрана; (дата обращения: 10.05.2017).

УДК 004.42:681.5

### ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО РЕЛЕ ОВЕН ПР200

**Крючкина И.А., Дёмин Н.С., Гловацкий А.Е., Юрищев С.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук Кубарев В.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,*

*г. Новокузнецк, e-mail: forsites2016@list.ru*

Согласно действующим в настоящее время Федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования бóльшая часть учебного процесса при подготовке бакалавров, а также магистров должна быть посвящена лабораторным и практическим работам, что требует постоянного поддержания лабораторной базы на высоком уровне.

Ключевые слова: лабораторный стенд, программируемое реле.

В Сибирском государственном индустриальном университете на кафедре электротехники, электропривода и промышленной электроники на базе приборов ОВЕН, разработан лабораторный стенд для проведения лабораторных работ по дисциплине «Промышленные контроллеры», и

лабораторных работ по дисциплине «Программирование на стандартных языках контроллеров» для магистров направленностей подготовки «Автоматизированные электромеханические комплексы и системы» и «Электроника и наноэлектроника».

Предлагаемый лабораторный стенд позволяет изучить основы работы с устройством управляющим многофункциональным (программируемым реле) ПР200, научиться конфигурировать и программировать панель оператора СП-307Б, встроенный ЖК-дисплей программируемого реле, а также разрабатывать программу для управления простым технологическим процессом. Выполняя работу, студенты получают навыки программирования на языке Functional Block Diagram (FBD) входящем в стандарт МЭК 61131-3.

В качестве программного обеспечения для разработки прикладной программы применяется Owen Logic, а для конфигурирования графической панели оператора – поставляемое с панелью программное обеспечение «Конфигуратор СП-3хх» от фирмы Овен.

Программируемое реле ПР200-24.4.2.0 оснащено восемью дискретными и четырьмя многофункциональными аналоговыми входами с возможностью измерения тока: 0...20мА, напряжения: 0...10В, сопротивления: 0...4000 Ом, восемь дискретными и двумя аналоговыми выходами типа И (напряжение 0...10 В), что позволяет подключать к нему довольно сложные объекты управления. Тем более, что имеется возможность наращивания количества дискретных входов и выходов при использовании модуля расширения.

На рисунке 1 представлена функциональная схема программируемого реле ПР200-24.4.2.0, применённого при разработке лабораторного стенда [1].

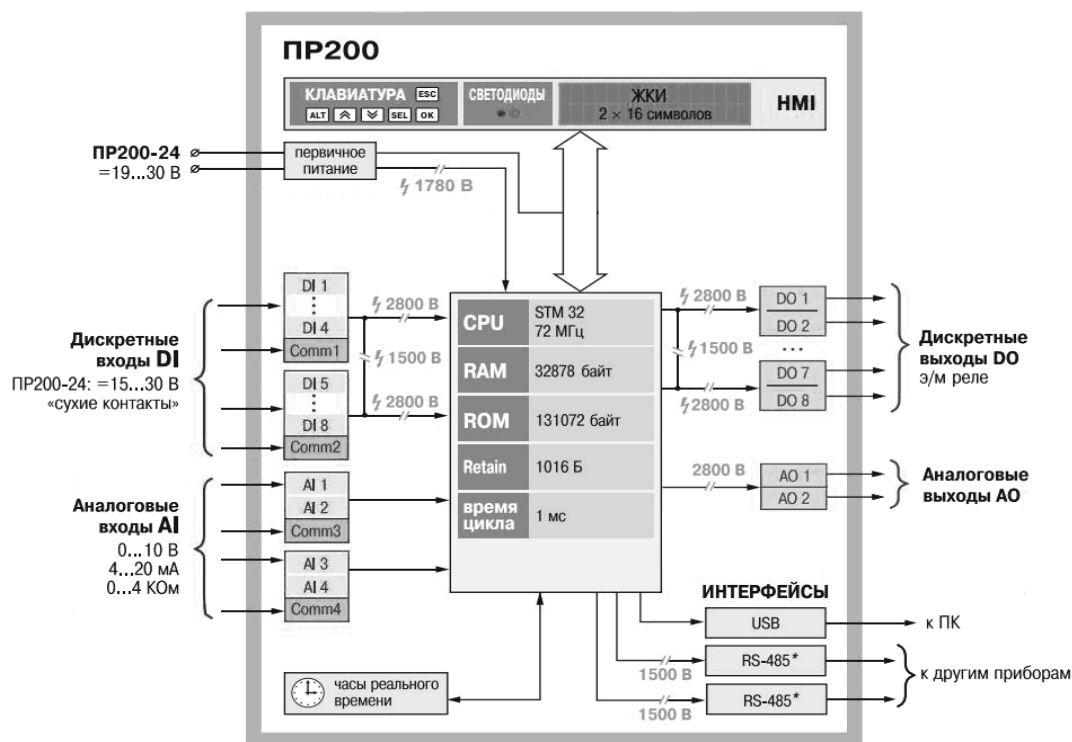


Рисунок 1 — Функциональная схема ПР200-24.4.2.0

Блок-схема разработанного лабораторного стенда на основе программируемого реле Овен ПР200-24.4.2.0 представлена на рисунке 2.

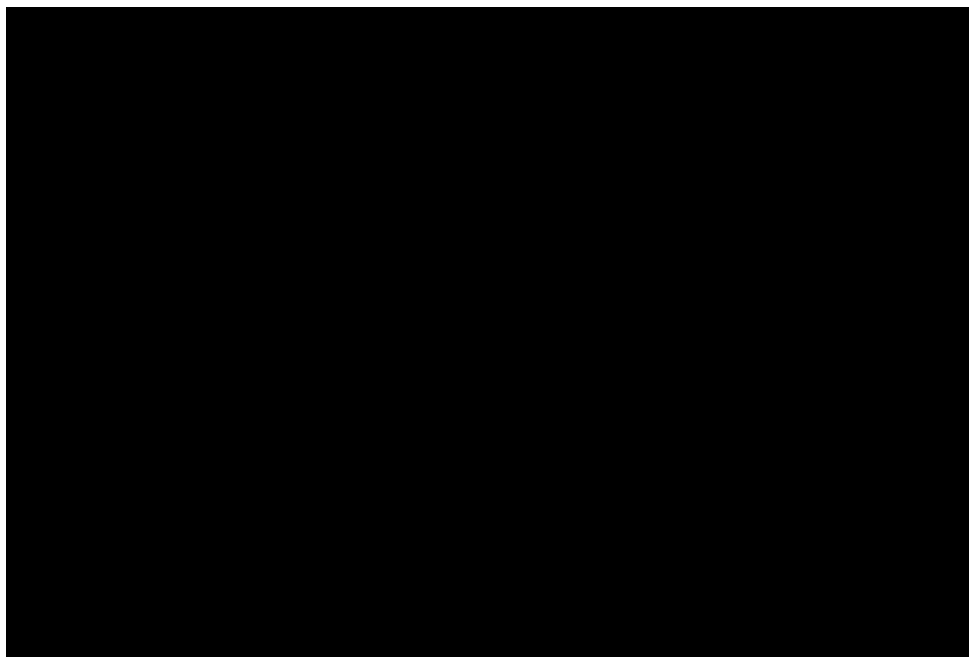


Рисунок 2 — Блок-схема стенда на основе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК150

Как видно из рисунка 2 состав стенда следующий:

1. Программируемое реле ПР200-24.4.2.0;
2. Источник питания ОВЕН БП60Б-Д4-24;
3. Панель оператора с сенсорным управлением СП-307Б;
4. Объект управления Эмулятор печи ОВЕН ЭП-10 с установленным на нём дополнительным вентилятором;
5. Датчик температуры ОВЕН ДТС125-50.В2.60;
6. Интерфейсная плата ПР-ИП485;
7. Блок управления вентилятором (БУВ);
8. Блок задания аналоговых сигналов и индикации (БАСИ);
9. Блок дискретных сигналов (БДС);
10. Персональный компьютер — рабочее место студента (ПК) с установленными на нём программным обеспечением Owen Logic и конфигуратором панели СП-307Б.

Использование программируемого реле ПР200, позволяет составить достаточно сложную программу, реализующую управление различными технологическими объектами.

Сенсорная панель оператора СП-307Б [2] позволяет отображать на экране ход технологического процесса. Связь графической панели и ПЛК осуществляется по интерфейсу RS-485.

При создании объекта управления (ОУ) за основу был выбран промышленно выпускаемый эмулятор печи ЭП10 [3]. Разработанный объект

управления представляет собой смонтированные на печатной плате в негорючем корпусе измеритель температуры и нагреватель мощностью 10 Вт, а также необходимые светодиоды для индикации включения нагрева. Также дополнительно в объект управления входит вентилятор, создающий возмущающее воздействие.

Для управления скоростью вентилятора на базе схемы представленной в [4], разработан блок управления вентилятором, представляющий одноканальный ШИМ модулятор со встроенным источником питания.

Принципиальная схема блока управления вентилятором, приведена на рисунке 3.

Для измерения температуры применён преобразователь сопротивления ДТС125-50.В2.60. Для питания программируемого реле и блока управления вентилятором стабилизированным напряжением используется блок питания БП60Б-Д4-24 [5].

На базе представленного стенда планируется проведение лабораторных работ по следующим темам:

1. «Изучение программируемого реле» – на примере программируемых реле ПР200. Ознакомление с средствами индикации на базе сенсорной панели ОВЕН СП-307Б.

2. «Ознакомление с панелью оператора РП-307Б и программой-конфигуратором», – разработка страниц визуализации для панели СП-307Б, создание простого человеко-машинного интерфейса.

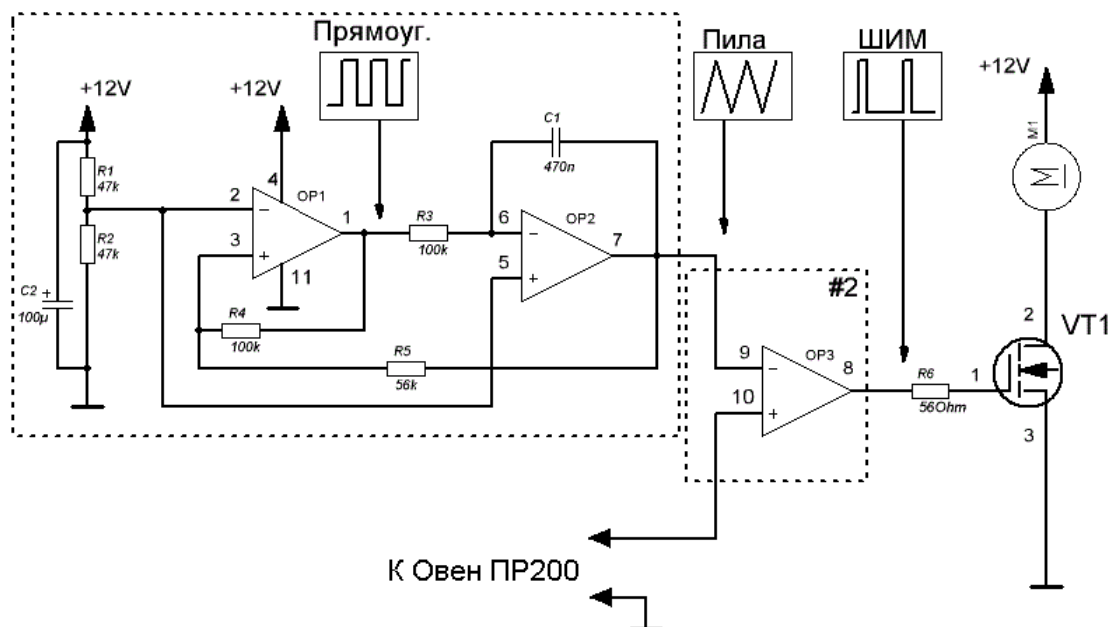


Рисунок 3 — Принципиальная схема блока управления вентилятором

3. «Построение системы управления объектом с учетом возможного возникновения аварийных ситуаций», – разработка программы управления объектом с заданными параметрами технологического процесса и разработка визуализации работы печи для панели СП-307Б.



Необходимо отметить, что различные приборы и устройства автоматизации от фирмы ОВЕН, используются во многих вузах страны, имеют широкое применение и получили большое количество положительных отзывов [6].

#### Библиографический список

1. Устройство управляющее многофункциональное ПР200. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - М.: Овен. - 2017 г. - 39 с. Режим доступа: [http://www.owen.ru/uploads/re\\_pr200\\_2099.pdf](http://www.owen.ru/uploads/re_pr200_2099.pdf). - Загл. с экрана (дата обращения 27.04.2017 г.).
2. Панели оператора СП307 и СП310. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - М.: Овен. - 2017 г. – 27 с. Режим доступа: [http://www.owen.ru/uploads/sp3xx\\_rukovodstvo\\_ieksplyuatacii\\_\[2062\].pdf](http://www.owen.ru/uploads/sp3xx_rukovodstvo_ieksplyuatacii_[2062].pdf). — Загл. с экрана (дата обращения 27.04.2017 г.).
3. Эмулятор печи ЭП10. Паспорт и руководство по эксплуатации. — М.: Овен.- 2012 г.- 2 с. - Режим доступа: [http://www.owen.ru/uploads/re\\_ep10\\_1479.pdf](http://www.owen.ru/uploads/re_ep10_1479.pdf). - Загл. с экрана (дата обращения 27.04.2017 г.).
4. Аналоговый реобас. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://easyelectronics.ru/analogovuj-reobas.html>. - Загл. с экрана (дата обращения 27.04.2017 г.).
5. Одноканальный блок питания БП60Б-Д4-24. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. - М.: Овен. - 2017 г. – 2 с. Режим доступа: [http://www.owen.ru/uploads/rie\\_bp60b-d4-24\\_2344.pdf](http://www.owen.ru/uploads/rie_bp60b-d4-24_2344.pdf). - Загл. с экрана (дата обращения 27.04.2017 г.).
6. ВУЗам — Примеры оснащения лабораторий приборами ОВЕН [Электронный ресурс]: содержит сведения о лабораториях вузов оснащенных приборами фирмы ОВЕН. Режим доступа: <http://www.owen.ru/text/35940283>. — Загл. с экрана (дата обращения 27.04.2017 г.).

УДК 681.26:66.081

## **КОМПЛЕКС АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И АРХИВИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕМБРАННЫХ ФИЛЬТРОВ**

**Валуев Г.А., Даниленко М.И.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук Котляров Р.В.**

*Кемеровский технологический институт пищевой  
промышленности (университет),  
г. Кемерово, e-mail: gricha\_valuev@mail.ru*

Рассмотрены особенности мембранных методов и их классификация. Выделен основной показатель их эффективности мембранных установок (фильтров) – производительность по фильтрату. Приведены способы измерения расхода (уровня) фильтрата. Предложено использование тензометриче-

ского способа измерения. Разработан измерительный комплекс на базе тензодатчика и контроллера Arduino Uno.

Ключевые слова: мембранный процесс, производительность по фильтрату, тензометрический датчик, контроллер Arduino Uno, программирование.

Мембранные методы (установки, фильтры) разделения и очистки жидкостей и газов от микро- и макропримесей являются наиболее эффективными и экономичными в силу ряда преимуществ: проведение процессов в «мягких» технологических режимах; возможность осуществления одновременной очистки и концентрирования растворов; проведение процесса без фазовых превращений перерабатываемого продукта, что способствует сохранению качества. К мембранным методам разделения жидких сред относятся обратный осмос, ультрафильтрация, микрофильтрация, диализ и электродиализ, мембранная дистилляция.

Основным показателем эффективности мембранных установок является производительность по фильтрату ( $G_{\text{ф}}$ ,  $\text{м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$ ), которая определяется объемом фильтрата, образовавшегося в единицу времени на единице фильтрующей поверхности, и характеризует интенсивность процесса фильтрации.

Создание автоматизированных систем управления мембранными процессами предполагает автоматическое измерение указанного параметра и ввод сигнала измерительной информации в цифровом виде в микроконтроллер, который обрабатывает и хранит данные.

В среднем стандартный керамический мембранный фильтр площадью  $0,003 \text{ м}^2$  позволяет проводить фильтрат со скоростью 20-60 мл/мин в зависимости от перерабатываемой среды. Измерить расход фильтрата с помощью известных способов не представляется возможным, следовательно, предлагается измерять уровень.

Для измерения уровня жидкости известен ряд способов: гидростатический, поплавковые, кондуктометрические и др. Одним из современных способов является способ, основанный на тензометрии. Тензометрия – экспериментальное определение напряженного состояния конструкций, основанное на измерении местных деформаций. Основные методы тензометрии: рентгеновские и поляризационно-оптические, муаровых полос, хрупких покрытий, гальванических покрытий и методы, основанные на масштабном преобразовании деформации конструкций с помощью тензометров. По принципу действия тензометры делятся на механические, оптические, пневматические, струнные (акустические) и электрические. В настоящее время распространение получили электрические тензометры, действие которых основано на изменении параметров их электрической цепи или генерировании электрических сигналов в зависимости от деформации. Наиболее часто применяют электрические тензометры сопротивления – тензорезисторы. Диэлектрическая подложка тензорезистора соединяется с чувствительной решеткой и исследуемой конструкцией связующим материалом. Принцип действия тензо-

резисторов основан на изменении электрического сопротивления чувствительной решетки при ее деформировании вместе с конструкцией [1].

Для измерения уровня фильтрата, образующегося в процессе мембранного концентрирования, нам понадобятся тензovesы собственной разработки, позволяющие непрерывно измерять и передавать сигнал в микроконтроллер.

Для изготовления тензovesов необходим портативный тензодатчик с максимальным порогом взвешивания 5 кг и напряжением 5-10В. Габаритные размеры и толщина определяется диапазоном значений веса, который предполагается измерять. Установлены подходящие размеры датчика 12,7×12,7×75 мм. Выбраны две пластины из органического стекла толщиной 2 мм и размерами 100×100 мм и 100×150 мм. Использован комплект соединительных проводов МГТФ сечением 0,12 мм<sup>2</sup>, обычные соединительные клеммы.

Датчик давления подключаются к АЦП с усилителем НХ711 созданный специально для весов. Далее НХ711 подключается к контроллеру Arduino Uno [2].

Принято решение отображать измерения на компьютере, для чего необходима среда для программирования. Выполним программирование на языке С/С++ в программе Arduino 1.8.1.

Предполагается производить измерение производительности мембранного фильтра следующим образом. Во-первых, в компьютер вводятся данные о геометрических размерах емкости, в которую будет отводиться фильтрат. Во-вторых, в режиме «Калибровка» необходимо с помощью тензovesов измерить вес пустой емкости и ввести его в микроконтроллер или компьютер. В-третьих, перевести тензovesы в режим «Измерение». В данном режиме тензovesы непрерывно измеряют и передают в компьютер вес образовавшегося фильтрата, который пересчитывается в уровень.

Результаты измерений можно отобразить на цифровом индикаторе или подключить контроллер к компьютеру.

Подключение проводов осуществляется в соответствии со схемой соединения, приведенной на рисунке 1.

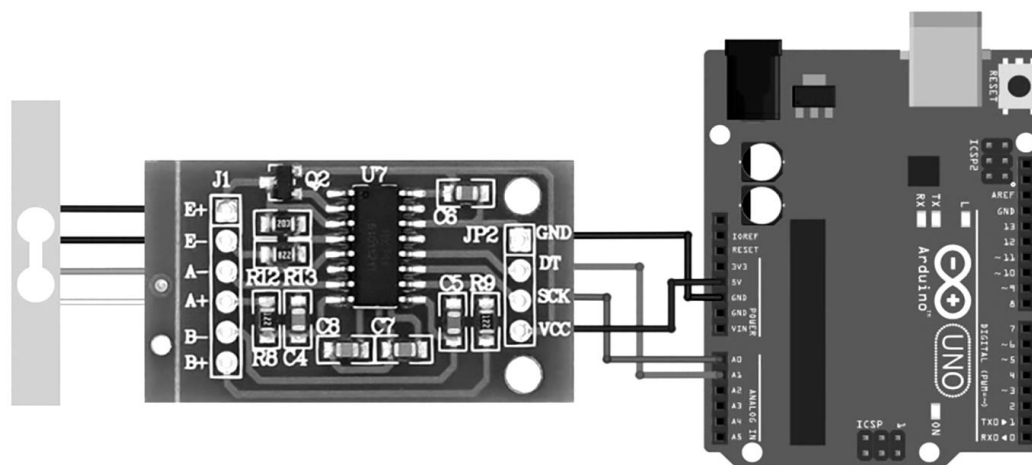


Рисунок 1 – Схема соединения

Таким образом, предложен перспективный вариант измерения малых расходов жидкости, который может применяться при автоматизации контроля параметров мембранных процессов.

#### Библиографический список

1. Энциклопедия АСУ ТП: тензорезисторы.- Электронный ресурс.- Режим доступа: (<http://www.bookasutp.ru/>).
2. Русифицированный сайт Arduino.- Электронный ресурс.- Режим доступа: (<http://www.arduino.ru/>).

УДК 004.9

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ БИБЛИОТЕЧНОГО ФОНДА ООО «ВОДОКАНАЛ»

**Тумаров И.И.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Грачев В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: patri\_keu@mail.ru*

Работа посвящена модернизации действующей информационно-управляющей системы (ИУС) библиотечного фонда (БФ) ООО «Водоканал» (г. Новокузнецк). Проведен анализ действующей ИУС, а также её системы-прототипа. Сформировано техническое задание на модернизацию действующей системы. Разработано необходимое программное обеспечение. Работа выполнена по Госзаданию Минобрнауки России N8.8611.2017/8.9

Ключевые слова: библиотечный фонд, система управления базами данных (СУБД), система-прототип, техническое задание, модернизация.

Необходимость в модернизации действующей ИУС библиотечного фонда ООО «Водоканал» назрела давно. В настоящее время автоматизированный учёт состава и использования книжного фонда ведётся в СУБД Paradox для Windows 5.0. Дальнейшая эксплуатация этой системы нецелесообразна ввиду её морального старения. Рассмотрена задача разработки новой информационно-управляющей системы, которая позволит организовать многопользовательский режим работы и применить современную технологию обработки и хранения данных.

*Целью* данной работы является модернизация действующей ИУС библиотечного фонда ООО «Водоканал».

Данная цель достигается в результате последовательного выполнения следующих *задач*:

- 1) Анализ действующей ИУС библиотечного фонда ООО «Водоканал», выявление ее достоинств и недостатков;
- 2) Выбор и анализ системы-прототипа;

3) Составление технического задания (ТЗ) на модернизацию действующей системы;

4) Разработка прикладного программного обеспечения.

На первом этапе был проведен анализ действующей ИУС библиотечного фонда. Она разработана более 20 лет назад и обладает существенными недостатками, не позволяющими ее эффективно эксплуатировать в современных условиях.

Недостатки действующей ИУС главным образом связаны с программной платформой – СУБД «Paradox для Windows 5.0». В частности:

– таблицы СУБД «Paradox для Windows 5.0» хранят ограниченное число символов – не более 240; остальная часть хранится в отдельном файле с расширением \*.MB [1];

– низкое быстродействие СУБД «Paradox для Windows 5.0», связанное с недостатками системной архитектуры, не позволяет нормально эксплуатировать систему; время записи данных в БД и выборки из нее иногда составляет несколько десятков секунд;

– ограниченная функциональность, отсутствуют функции, присутствующие современным СУБД, по выборке и сортировке информации, формированию документов;

– однопользовательский режим работы;

– сложный и неудобный пользовательский интерфейс системы (рисунок 1) требует знания английского языка и определенных навыков в работе. Неподготовленный пользователь не может быстро найти требуемую ему информацию.

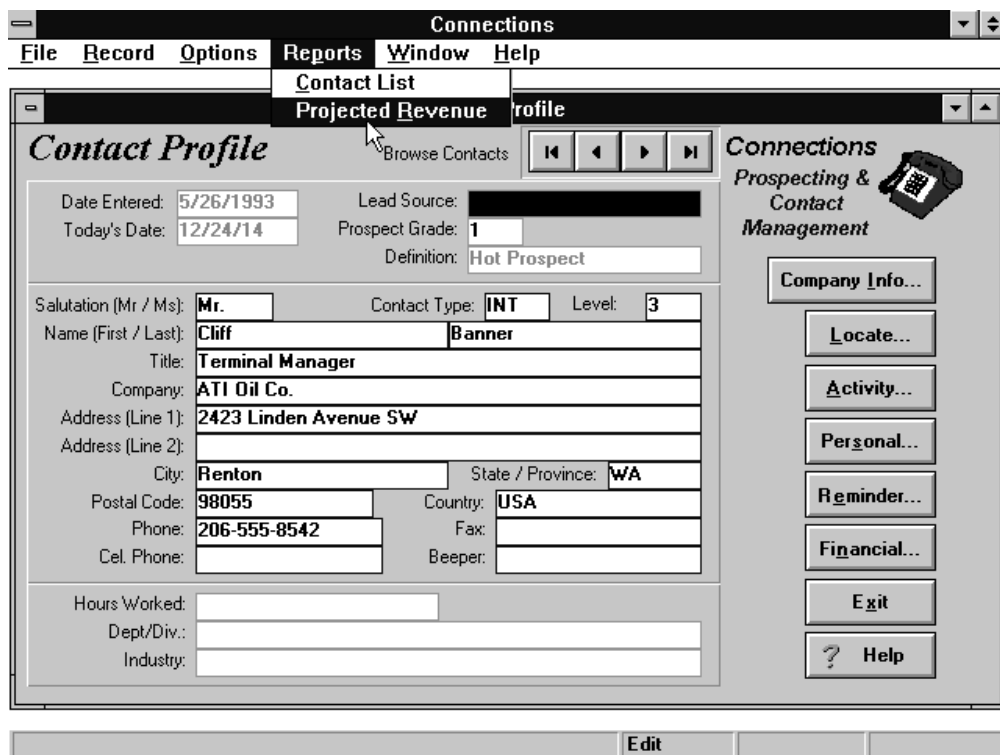


Рисунок 1 – Пользовательский интерфейс действующей ИУС

По результатам анализа действующей системы был сделан вывод о необходимости ее модернизации. Прежде всего, было принято решение изучить лучшие практики по реализации подобных систем, ознакомившись с подобными системами-прототипами.

На втором этапе была выбрана система-прототип, которая в дальнейшем выступила в качестве образца при модернизации действующей системы. В качестве такой системы была выбрана и проанализирована ИС учёта книг в Научной библиотеке МГУ имени М.В. Ломоносова [2].

По результатам анализа установлено, что в качестве программной платформы ИС учёта состава и использования книжного фонда библиотеки МГУ используется среда 1С: Библиотека. Данная система учёта книг содержит 3 подсистемы:

- подсистема ввода данных по книжному фонду;
- подсистема хранения и учета книжного фонда;
- подсистема поиска информации по книжному фонду.

На рисунке 2 представлен интерфейс пользователя ИС МГУ. С помощью данной экранной формы осуществляется доступ к подсистемам ИС в зависимости от роли пользователя: администратор, оператор, библиотекарь, читатель.

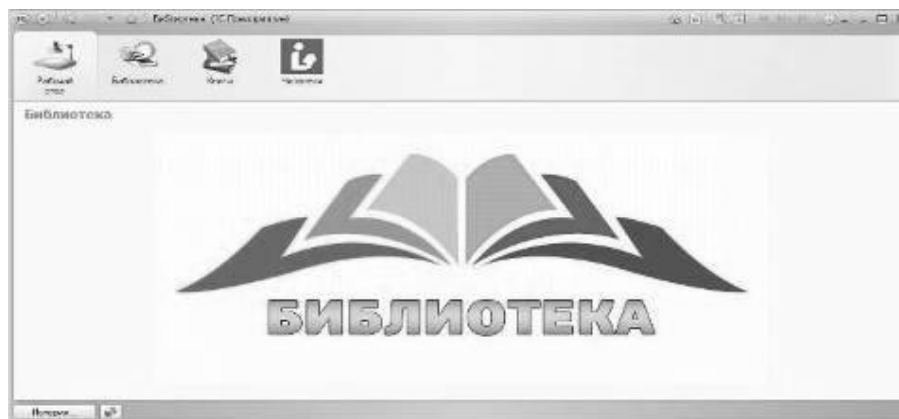


Рисунок 2 – Интерфейсное окно пользователя системы-прототипа

Программная среда «1С: Библиотека» позволяет решать все задачи, предъявляемые к современным информационным системам библиотек. «1С: Библиотека» обладает высоким быстродействием, безопасностью и надежностью, позволяет хранить большие объемы данных в реляционных БД и обеспечивает эффективную поддержку действий пользователей.

На третьем этапе по результатам анализа действующей системы и системы прототипа было составлено ТЗ на её модернизацию, в котором были сформулированы требования как к системе в целом, так и к отдельным видам обеспечения. Особое внимание при этом было уделено требованиям, предъявляемым к техническому, программному и информационному обеспечению. В качестве требования к базовому программному обеспечению было указано использование среды «1С: Библиотека».

На заключительном, четвертом этапе проводилась разработка при-

кладного программного обеспечения. На рисунке 3 показана разработанная на базе «1С: Библиотека» начальная форма ИУС БФ ООО «Водоканал».

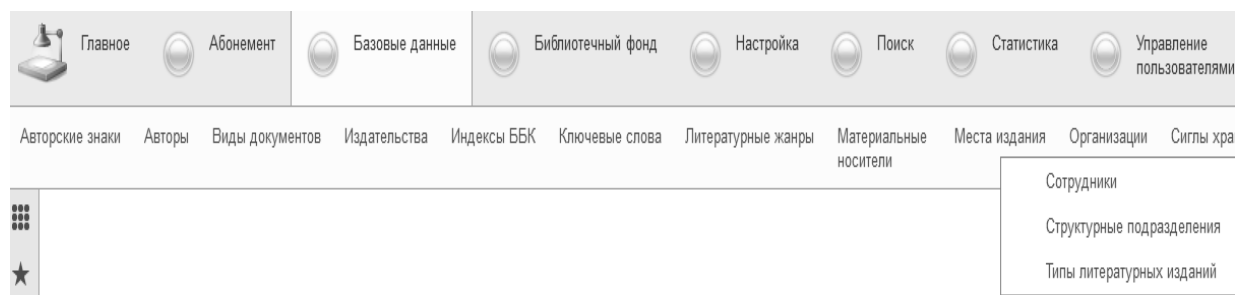


Рисунок 3 – Начальная форма ИУС БФ ООО «Водоканал» после модернизации

По результатам модернизации можно сделать следующие выводы.

1) Модернизированная система, построенная на базе «1С: Библиотека» в отличие от действующей, функционирующей на базе СУБД «Paradox для Windows 5.0», работает в многопользовательском режиме, имеет высокое быстродействие и надежность.

2) Среда «1С: Библиотека» позволяет хранить достаточный объем данных, обеспечивая эффективные механизмы работы с ними.

3) Пользовательский интерфейс системы после модернизации стал интуитивно понятен и удобен в использовании даже для неподготовленных пользователей.

#### Библиографический список

1. Тинней Д. Программирование в Paradox для Windows на примерах. / Д. Тинней – Москва: БИНОМ, 1994. – 736 с.
2. База знаний «Allbest» [Электронный ресурс] – Режим доступа: [[http://knowledge.allbest.ru/programming/3c0b65625b3c69a4d43a89421206c26\\_0.html](http://knowledge.allbest.ru/programming/3c0b65625b3c69a4d43a89421206c26_0.html) 26.03.2017.] – Загл. с экрана.

УДК 681.518

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РУДНОГО ДВОРА АБАГУРСКОГО ФИЛИАЛА ОАО "ЕВРАЗРУДА"

**Лукин С.Ю.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Грачев В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: Lukincerega890@mail.ru*

Рассмотрена задача проектирования автоматизированной системы управления качеством входящего и переработанного сырья на рудном дворе Абагурского филиала ОАО «Евразруда». Представлена разработанная функ-

циональная схема АСУ рудного двора и ее укрупненная техническая структура. Работа выполнена по Госзаданию Минобрнауки России N8.8611.2017/8.9

Ключевые слова: автоматизированная система управления (АСУ), функциональная схема АСУ, рудный двор, техническая структура АСУ.

Автоматизированная система управления (АСУ) рудного двора предназначена для реализации учета поступления, наличия и расхода сырья на рудном дворе Абагурского филиала ОАО «Евразруда». Система реализует автоматизированное управление в режиме «советчика» оператора при управлении следующими производственно-технологическими процессами рудного двора:

- определение места и порядка разгрузки поступающего сырья;
- разгрузка сырья и его размещение на рудном дворе;
- подача железорудного сырья (ЖРС) в цех обогащения.

Цель создания системы – стабилизация параметров шихты, подаваемой в цех обогащения, по:

- обогатимости,
- содержанию железа (Fe),
- содержанию вредных примесей: серы (S), оксида цинка (ZnO).

Стабилизация параметров шихты достигается за счет технологии усреднения при складировании сырья на рудном дворе Абагурского филиала и оптимизации его подачи в производство. Результатом работы системы должен быть аттестованный штабель ЖРС, сформированный на рудном дворе.

Достижение поставленной цели обеспечивается за счет решения следующих основных производственных задач:

- формирование рекомендаций по месту и порядку разгрузки поступающего сырья;
- учет поступления сырья на рудный двор;
- расчет характеристик усредненного сырья в штабелях;
- расчет долевого использования компонентов шихты на обогащение при заданных технологических ограничениях;
- учет количества ЖРС, подаваемого в производство и расчет качественных характеристик шихты;
- учет основных показателей работы рудного двора.

При проектировании АСУ использовались следующие нормативные, технические и руководящие документы:

- АСНп02-99 «Положение о техническом обслуживании и ремонтах средств вычислительной техники» [1];
- ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем [2];
- ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы стадии создания [3];



- РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов [4].

Разработанная функциональная схема АСУ рудного двора представлена на рисунке 1 и включает в себя следующие системы:

- ввод заданий и ведения справочников;
- ввод и корректировка оперативных данных;
- слежение за текущим состоянием склада;
- расчет рекомендаций по подаче ЖРС на обогащение;
- расчет рекомендаций по разгрузке сырья;
- прогноз прибытия ж/д составов;
- взвешивание на железнодорожных весах;
- взвешивание на конвейерных весах;
- визуализация информации;
- формирование и отображение отчетных документов.

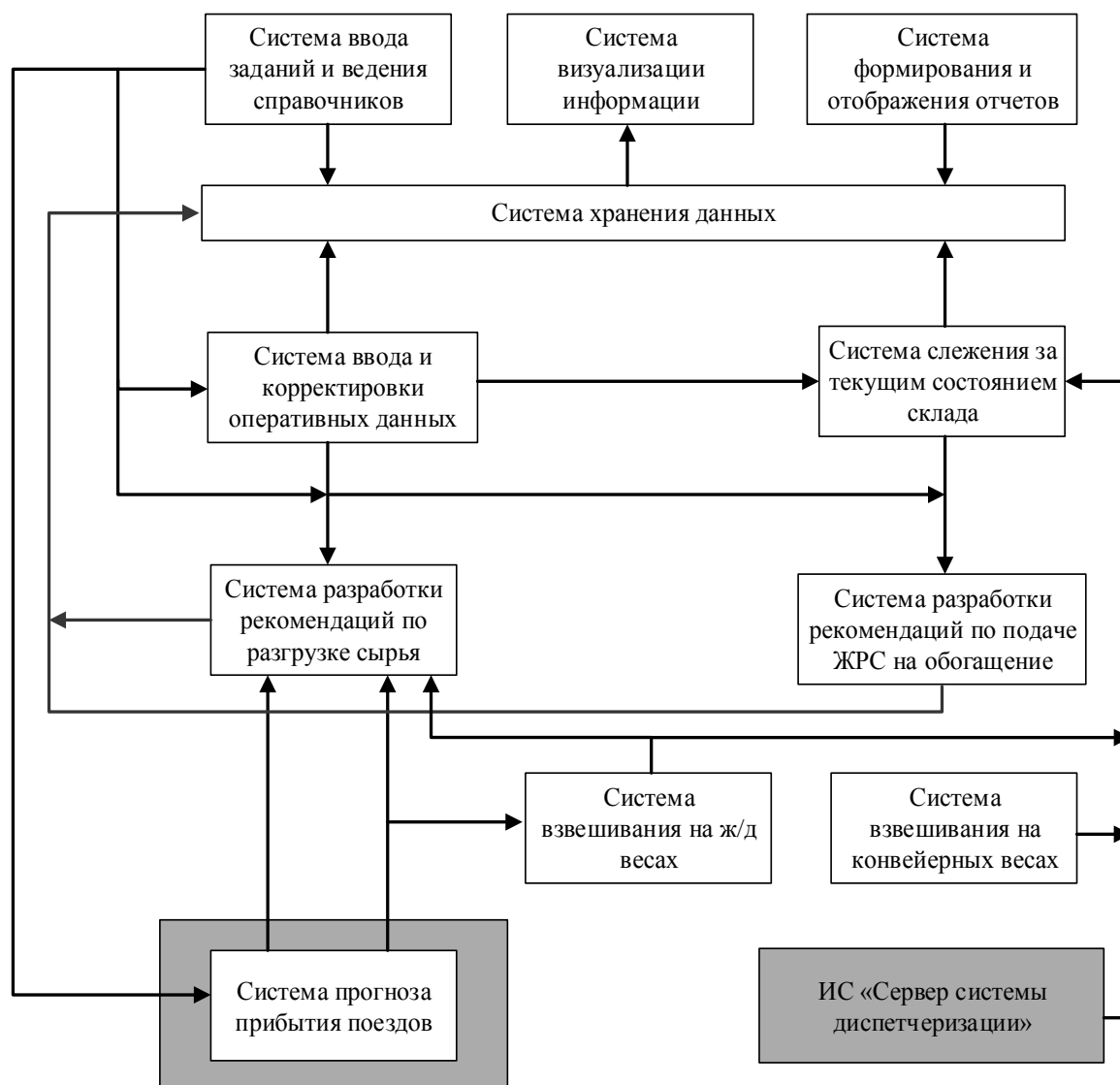


Рисунок 1 – Функциональная схема АСУ рудного двора

Создание АСУ рудного двора направлено на повышение информированности специалистов и руководителей о работе рудного двора Абагурского филиала ОАО «Евразруда» и увеличение эффективности управления. Внедрение системы позволяет существенным образом улучшить качественные характеристики товарной продукции.

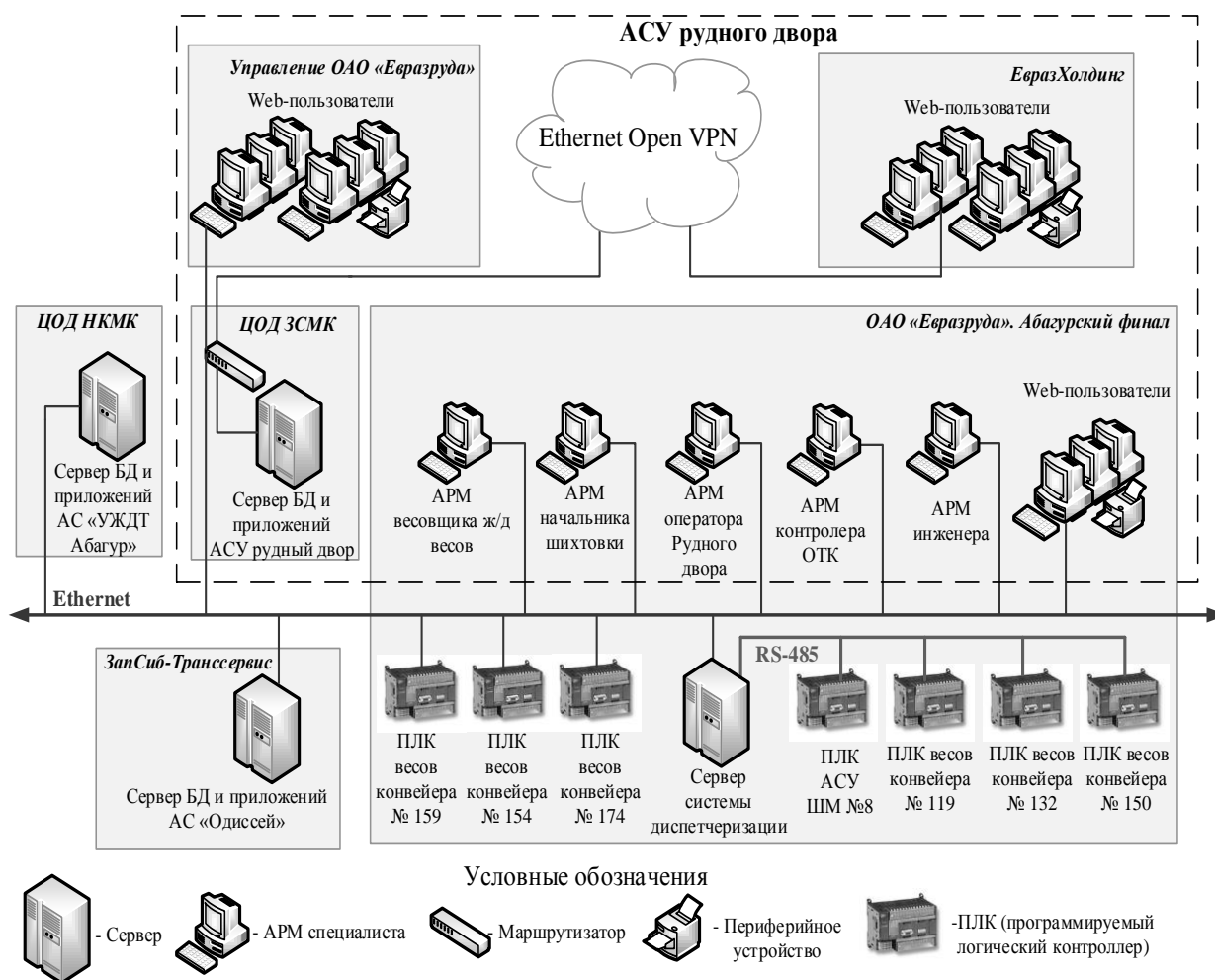


Рисунок 2 – Техническая структура АСУ рудного двора

Функции АСУ реализуются с помощью следующих программно-технических компонентов (рисунок 2):

- серверы БД и приложений системы;
- маршрутизаторы;
- рабочие станции Web-пользователей;
- АРМы весовщика ж/д весов, оператора рудного двора, контролера ОТК, начальника шихтовки, инженера;
- сервер системы диспетчеризации»;
- программируемые логические контроллеры (ПЛК) весов конвейеров: №154, №159, №174, №150, №132, №119;
- ПЛК АСУ ШИМ №8;
- ИС «Качественных и количественных ОФ».

## Библиографический список

1. АСНп02-99. Положение о техническом обслуживании и ремонтах средств вычислительной техники.
2. ГОСТ 34.201-89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
3. ГОСТ 34.601-90. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы стадии создания.
4. РД 50-34.698-90. Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов.

УДК 681.513

## **О РОТОРНЫХ РАСПЫЛИТЕЛЬНЫХ ИСПАРИТЕЛЯХ КАК ОБЪЕКТАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

**Босняк Е.С.**

**Научный руководитель: Шевцова Т.Г.**

*Кемеровский технологический институт пищевой  
промышленности (университет),  
г. Кемерово, e-mail: shevcova-t@yandex.ru*

Рассмотрены структура и состав математических моделей выпарных аппаратов, существующее математическое описание роторных распылительных аппаратов и актуальность их статических и динамических характеристик исследования как объектов автоматического управления.

Ключевые слова: выпарные аппараты, роторные распылительные испарители, статические и динамические свойства, объект управления.

Выпарные аппараты нашли широкое применение в пищевой, химической, металлургической и других областях промышленности. В пищевой промышленности выпарные аппараты используют для концентрирования водных растворов разных веществ, эмульсий и суспензий. В ряде производств такие аппараты являются основным звеном технологического процесса, определяющим не только качество, но и стоимость выпускаемой продукции.

Выпарные аппараты потребляют значительное количество энергоресурсов, их сооружение и эксплуатация требуют больших капитальных и производственных затрат. В связи с этим большое значение имеет проектирование новых выпарных аппаратов с рациональными конструктивными параметрами и оптимальными режимами процессов выпаривания, обеспечивающими высокие технико-экономические показатели.

Интенсификация и усовершенствование процессов, происходящих в выпарных аппаратах, была достигнута широким внедрением пленочных аппаратов. Одним из наиболее эффективных методов интенсификации процесса теплообмена является проведение их в тонких слоях (пленках). Среди выпарных аппаратов такого типа в качестве перспективного технологического оборудования заслуживают внимание роторные распылительные испарители (РРИ), относящиеся к группе пленочных аппаратов с вращающимся ротором. Они используются для повышения эффективности теплообменных процессов за счет эффекта удара капель жидкости по поверхности пленки. Межфазовая поверхность контакта в них образуется как при распыливании жидкости в виде струй и капель диспергирующим устройством – вращающимся перфорированным цилиндром, так и при турбулизации ударяющимися каплями пленки жидкости, стекающей по теплообменной поверхности пластинок пристенных каплеотбойников и обогреваемого корпуса, что позволяет существенно интенсифицировать процесс теплопередачи. К преимуществам данных аппаратов относятся более равномерное распыление жидкости и лучшее использование межтарельчатого пространства для контакта фаз за счет большей высоты диспергирующего устройства. РРИ в отличие от других выпарных аппаратов характеризуются значительно большей интенсивностью процессов теплообмена, поскольку формирование поверхности контакта фаз в РРИ осуществляется при многократном диспергировании раствора в поле центробежных сил.

Проектирование нового технологического оборудования должно выполняться совместно с проектированием системы его управления, а совершенствование системы управления действующего объекта выполняется обычно совместно с его рационализацией и оптимизацией. То есть технологическое оборудование и проводимый на нем процесс при проектировании необходимо рассматривать как объект управления.

При проектировании или модернизации системы управления необходимо математическое описание, дающее представление о статических и динамических свойствах объекта управления.

Математическая модель технологического процесса как объекта управления включает описание связей между входными и выходными параметрами в установившемся режиме (статическая модель) и в переходном режиме (динамическая модель) [1].

Для вывода уравнений статической модели составляют, как правило, уравнения материального и энергетического баланса в установившемся режиме. Совокупность этих уравнений с ограничениями на изменения параметров составляет статическую модель объекта управления. Статические характеристики объекта используют для выбора параметров оборудования, определения оптимальных технологических режимов, конструирования оборудования с заранее заданными свойствами.

Динамическая модель объекта представляет собой систему уравнений, описывающих изменения выходных параметров во времени, начальные усло-

вия и ограничения на предельные значения входных и выходных параметров. Уравнения динамической модели служат для исследования динамических свойств действующих или проектируемых объектов управления, для формирования структуры и расчета параметров настройки систем автоматического управления, для создания объектов с желаемыми динамическими свойствами.

Несмотря на многолетние исследования, РРИ не рассматривались с точки зрения синтеза системы автоматического управления. Математическое описание РРИ, полученное в большинстве работ, в частности [2; 3; 5], представлено уравнениями материального и теплового баланса, а также критериальными уравнениями, позволяющими проводить тепловые расчеты аппарата, то есть является статической моделью РРИ. Исследование динамических свойств РРИ выполнено в [4], но только с целью проверки возможности использования модели идеального перемешивания при расчетах и конструировании контактных элементов РРА.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что существующее математическое описание РРИ направлено преимущественно на решение задач конструирования и определения рациональных режимов его работы. Таким образом, исследование динамических характеристик РРИ является актуальной задачей при рассмотрении их в качестве объектов автоматического управления.

#### Библиографический список

1. Карпин Е. Б. Автоматизация технологических процессов пищевых производств: учебник для студ. вузов. обуч. по спец. "Автоматизация и комплексная механизация химико-технологических процессов" / ред. Е. Б. Карпин. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985. - 536 с.
2. Третьякова Н.Г. Совершенствование технологии производства пищевых продуктов с использованием роторного распылительного испарителя: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04, 05.18.12: защищена 19.04.2002 / Третьякова Надежда Геннадьевна. – Кемерово, 2002. – 172 с.
3. Шеменева Н. А. Совершенствование процесса концентрирования кислого сула с использованием роторного распылительного испарителя: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12: защищена 19. 12. 2013 / Шеменева Наталья Анатольевна. – Кемерово, 2013. – 133 с.
4. Козымаев В. С. Исследование массообменных характеристик контактного элемента с целью создания высокоэффективного роторного распылительного аппарата: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.12 / Козымаев Виталий Сергеевич – Кемерово, 2004. – 121 с.
5. Сорокопуд А.Ф. Разработка и совершенствование роторных распылительных аппаратов с целью интенсификации процессов в гетерогенных газожидкостных системах: дис... докт. техн. наук: 05.18.04, 05.18.12: защищена 21.05.1998 / Сорокопуд Александр Филиппович.– Кемерово, 1998.– 529 с.
6. Таубман Е. И. Расчет и моделирование выпарных установок / Е. И. Таубман. - М.: Химия, 1970. - 216 с.

## РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РЕВЕРСОМ ВОЗБУЖДЕНИЯ

**Федюшина Л. А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук Модзелевский Д.Е.**

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

Рассмотрена система регулирования скорости электропривода ТП-Д с реверсом возбуждения шахтной подъемной установки. Приведены различные структуры регулирования скорости электропривода.

Ключевые слова: система регулирования скорости электропривода, электропривод с реверсом возбуждения, согласованное управление, полуре-лейное управление, постоянный ток якоря, постоянный ток возбуждения, перерегулирование.

Рассматриваемый объект – скиповая шахтная подъемная установка 2Ц5х2,8 ОАО «Тыретский солерудник», предназначенная для подъема полезного ископаемого (соли) в автоматическом и ручном режимах. Привод подъемной машины безредукторный по системе тиристорный преобразователь – двигатель (ТП-Д), осуществляющий электродвигателем постоянного тока типа П2-26/51-225-УХЛ4 мощностью 2250 кВт [1].

Электропривод ТП—Д с реверсом возбуждения по динамическим свойствам уступает другим системам электроприводов ТП—Д. Этот электропривод практически удовлетворяет требованиям накладываемых ограничений по темпу изменения момента при реверсировании.

Рассмотрим систему, предложенную в [2]. Данная структура настроена по согласованному способу управления (СОУ)  $I_{я}$  и  $I_{в}$ . Одновременное и согласованное управление током якоря и током возбуждения осуществляется с помощью блока статических характеристик (БСХ). В БСХ входят устройства: выделения модуля  $U_{pc}$  и задания номинального тока возбуждения  $I_{в.ном}$ .

Структурная схема данной системы представлена на рисунке 1.

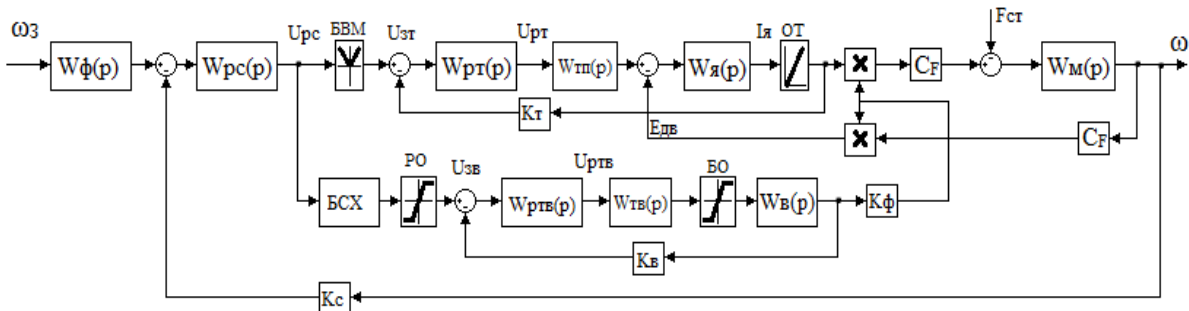


Рисунок 1 – Структурная схема системы подчиненного регулирования электропривода ТП—Д с реверсом возбуждения

В систему подчиненного регулирования (рисунок 1) входят: 2 внутренних контура: контур тока якоря и контур тока возбуждения, внешний контур скорости. Задания на оба внутренних контура получают от регулятора скорости. Управление  $I_B$  осуществляется замкнутым контуром регулирования  $I_B$  с регулятором РТВ, на один вход которого подается сигнал  $U_{3B} = K_{БСХ}U_{PC}$ , задающий значение тока возбуждения  $I_B$ , на другой вход – сигнал обратной связи по действительному  $I_B$ , снимаемый с шунта цепи возбуждения. Сигнал, задающий значения якорного тока  $U_{3T} = |U_{PC}|$ , подается на один вход РТ, на другой вход – сигнал обратной связи по  $I_A$ , снимаемый с шунта главной цепи электропривода.

Внешний контур регулирования – контур скорости с РС, на вход которого подается сигнал заданной скорости  $U_{3C}$ , а на другой вход – сигнал обратной связи по действительной скорости  $U_C$ , снимаемый с датчика скорости установленного на валу двигателя через преобразователь с коэффициентом  $K_C$ .

В структуру входят дополнительные устройства: блок выделения модуля  $U_{PC}$  (БВМ), обеспечивающий неизменный знак сигнала управления  $I_A$ , как в выпрямительном, так и в инверторном режимах; регулятор-ограничитель (РО), обеспечивающий ограничение уровня  $U_{3B}$  на обе полярности; нелинейный блок ограничения (БО), ограничивающее максимальное значение напряжения тиристорного преобразователя; ограничитель тока (ОТ), учитывающий проводимость преобразователя в одном направлении, то есть производит ограничение тока в отрицательной области, так как преобразователь не реверсивный.

Недостатком такого управления являются: нелинейность момента в режиме одновременного управления током якоря и возбуждения, сложность настройки системы управления, при подборе коэффициента БСХ, невозможность настройки системы без перерегулирования.

В качестве альтернативного способа СОУ, более подробно рассмотрим полурелейный способ согласования управления (ПРУ) токами якоря и возбуждения. При таком способе согласования возможны три режима работы: номинальное положительное возбуждение двигателя, режим управления током возбуждения при поддержании тока якоря постоянным на минимально-необходимом уровне и режим номинального отрицательного тока возбуждения.

Для работы в указанных режимах предлагается использовать различные структуры системы регулирования, что, как мы предполагаем, приведет к улучшению показателей качества регулирования системы в целом в цикле работы подъемной установки, а также в режиме ревизии.

Рассмотрим систему с  $I_A = const$  (рисунок Рисунок 2). Структура представляет собой двухкоординатную систему управления с независимым регулированием тока якоря (первая координата) и скоростью (вторая координата). Величина тока якорной цепи задается на уровне минимального значения тока якоря  $I_{A.min}$ . Ток якоря регулируется независимым (отдельным) контуром, получая в качестве задания постоянную величину  $I_{A.min}$ . Скорость регу-

лируется с помощью двухконтурной СУ – внутренний контур тока возбуждения и внешний контур скорости.

Чтобы исключить накопления интегральной составляющей в момент, когда преобразователь находится в ограничении, ограничим выход интегрального регулятора, с помощью обратной связи с блоком токоограничения (БТО).

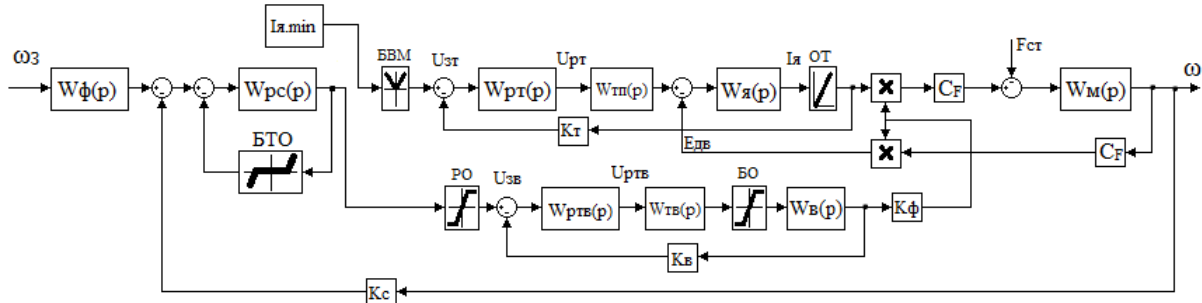


Рисунок 2 – Структурная схема системы с постоянным  $I_{я}$

Такая структура не дает желаемых результатов, но необходима для регулирования скорости при малых нагрузках  $M_c < I_{я \min} C_F \Phi(I_{B, \max})$ . Наблюдаются перерегулирования в скорости и в токе возбуждения в режиме разгона и режиме замедления. Данная структура в таком режиме включается для организации перехода от режима полного положительного возбуждения к режиму полного отрицательного возбуждения.

Рассмотрим следующий режим, когда  $I_B = const$ . В данную структуру (рисунок 3) входят внешний контур скорости, независимый контур тока возбуждения, на вход которого подается номинальное значение  $I_B$ . В структуру добавлена дополнительная задержанная обратная связь по полному току якоря с БТО, обеспечивающая функцию токоограничения. Сигнал управления от регулятора скорости поступает в тиристорный преобразователь, регулятор тока якоря отсутствует. Отказ от контура тока якоря дает возможность настроить систему без перерегулирования скорости [3].

При отказе от контура тока в системе управления требуются дополнительные меры для ограничения тока в якоре двигателя. Предлагается ограничить темп задатчика интенсивности в случае превышения током значения величины токоограничения, тем самым ограничить динамический ток при разгоне и торможении. Дополним режим токоограничения дополнительной связью, которая будет ограничивать ток с использованием нелинейной отрицательной обратной связи по току на регуляторе скорости. При выходе тока за пределы значения величины токоограничения и включении отрицательной обратной связи по току регулятор скорости становится регулятором тока. Подбор коэффициента при жесткой отрицательной обратной связи позволяет определить наклон механической характеристики и влияет на устойчивость. Применение предложенного способа токоограничения в заданном устройстве позволяет получить четкое значение максимального тока без перерегулирования [3].



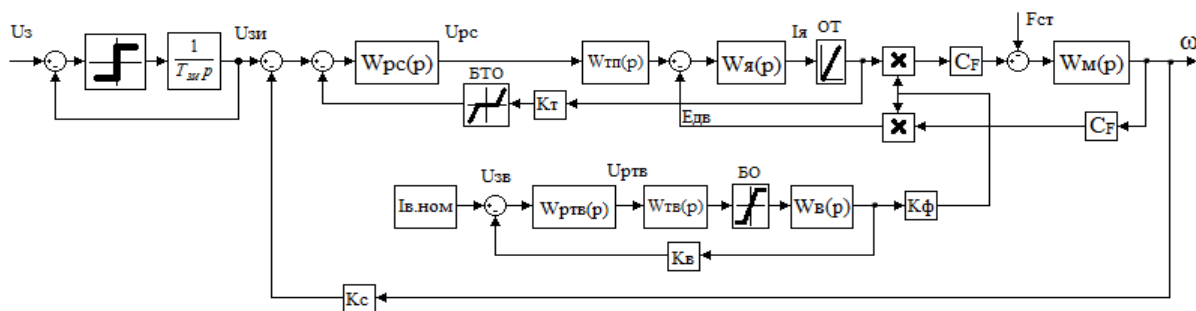


Рисунок 3 – Структурная схема с постоянным  $I_B$

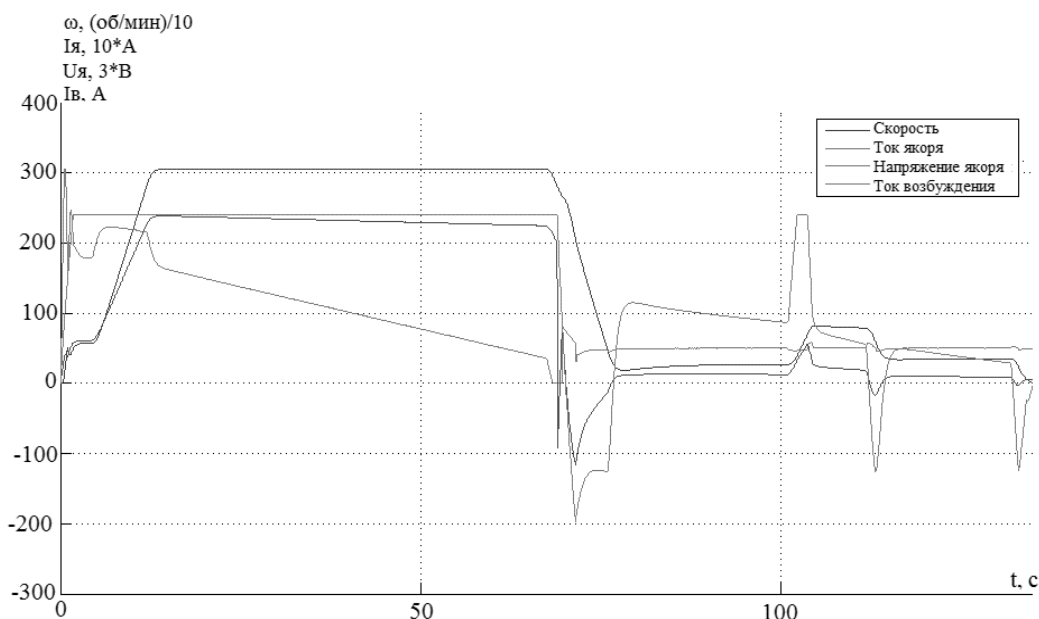


Рисунок 4 – Переходные процессы структуры с постоянным  $I_B$

При анализе полученных переходных процессов (рисунок 4) наблюдается перерегулирование на уровне 2% в скорости, что обеспечивает требования к настройке системы управления. В дальнейшем предложенная структура будет использована для достижения оптимальных показателей качества управления и производительности от электропривода в целом.

#### Библиографический список

1. Модзелевский Д.Е. Опыт реализации специальной технологической защиты на шахтной подъемной установке ОАО «Тыретский солерудник» // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всерос. научной конф. студентов, аспирантов, молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010. – Вып. 14. – Ч. 4. Технические науки. – 472 с. – С. 430-433.
2. Католиков В.Е., Динкель А.Д., Седунин А.М. Тиристорный электропривод с реверсом возбуждения двигателя рудничного подъема. – М.: Недра, 1990. – 382 с.
3. Модзелевский Д.Е. Цифровая система управления тиристорным электроприводом шахтной подъемной установки: дис. канд. техн. наук : спец.05.09.03 : защищена 20.11.14 : /Д.Е. Модзелевский. – М., 2014. – 161 с.

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ С БАЗАМИ ДАННЫХ

Дроздова Д.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Кожемяченко В.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г., Новокузнецк, e-mail:daryadr93@mail.ru*

Данный доклад посвящен анализу разных способов хранения данных и методам работы с ними. Анализ производится на основе выполнения одной задачи с помощью разных структур баз данных. В результате исполнения задания разными способами выявлены преимущества и недостатки каждой из структур, такие как интуитивная понятность структуры и удобство работы с базой данных, скорости записи и скорости выполнения запросов данных.

Ключевые слова: SQL, оптимизация, базы данных.

Базы представлены в неоптимизированном виде, в котором отображается пользователю и оптимизированном виде, исключающем избыточность данных. Варианты структур базы представлены на рисунках 1 и 2 соответственно.

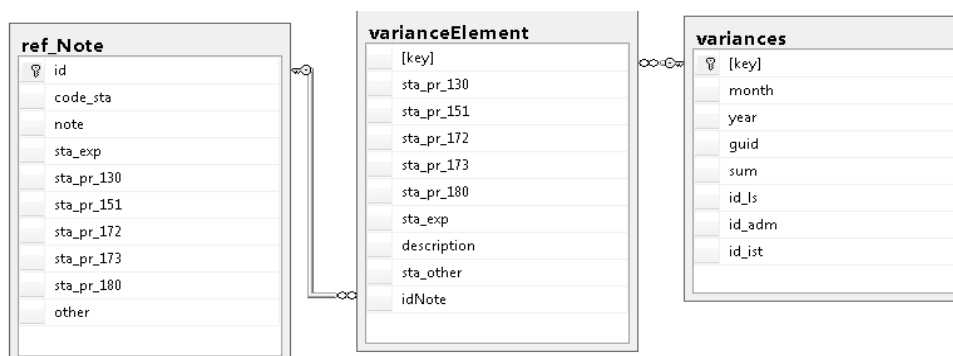


Рисунок 1 – Структура неоптимизированной базы данных

Данные представлены шаблоном, заголовком и детализацией. В неоптимизированной базе данных шаблон представлен таблицей «ref\_Note», детализация – таблицей «varianceElement», заголовок – таблицей «variances», данные хранятся в отображаемом пользователю виде. В оптимизированной базе шаблон представлен таблицами «ref\_var\_rule», «ref\_var\_note» и «ref\_var\_pr\_sta», детализация – таблицами «Variance\_description», «Variance\_money\_exp» и «Variance\_money\_pr», а заголовок – неизменной таблицей «variances».

Для определения эффективности каждой из структур производились компьютерные эксперименты с замером времени выполнения для записи различных таблиц, в частности зависимость скорость записи и запроса от состояния других таблиц, так как в данном случае оптимизацией является исключение избыточности данных при усложнении структуры данных. На рисунках 3 и 4 продемонстрировано сравнение времени выполнения операций

записи и запроса при разной плотности шаблона. Также продемонстрирована скорость работы при изменении количества записей в базе данных на рисунках 5 и 6. Для точности измерения было произведено 10 опытов с одними и теми же исходными условиями с дальнейшим исключением выбросов с помощью медианного метода[1].

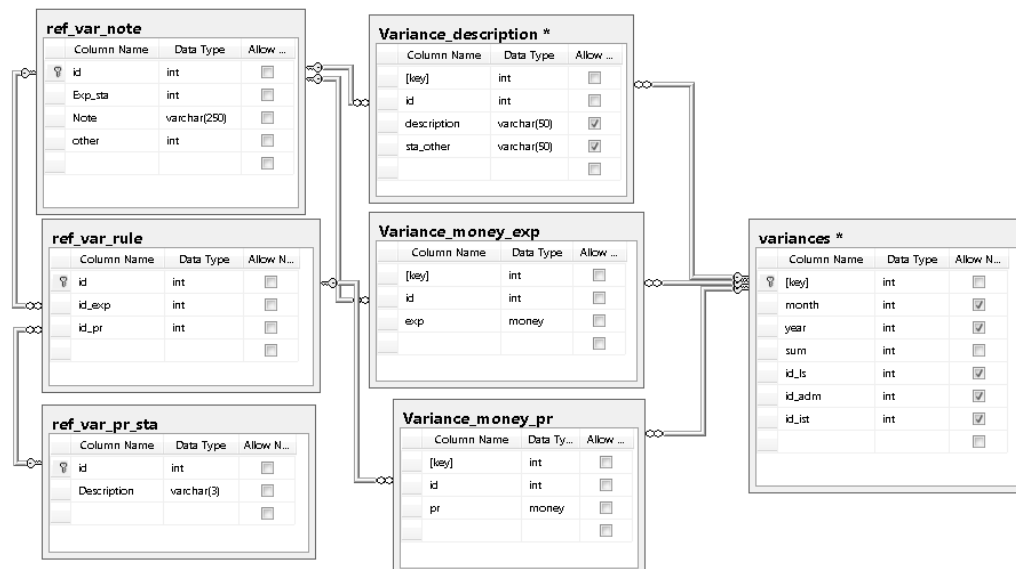


Рисунок 2 – Структура оптимизированной базы данных

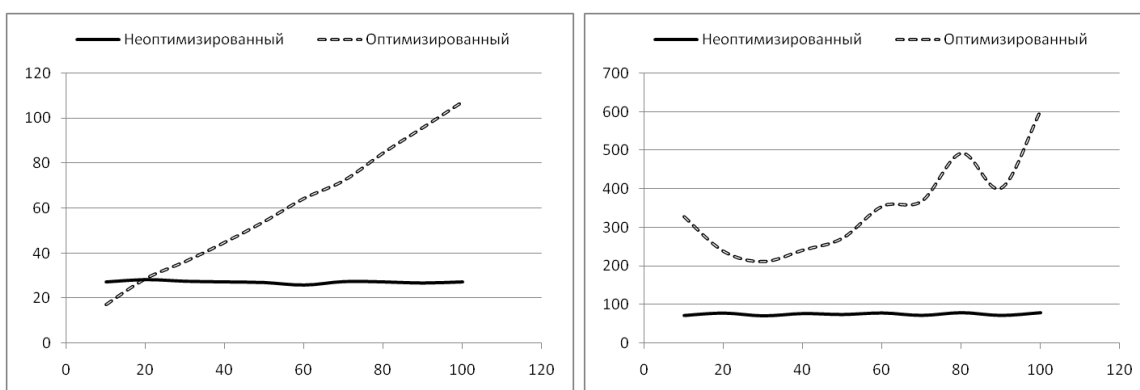


Рисунок 3 – Запись шаблона и детализации разной плотности для 100 строк

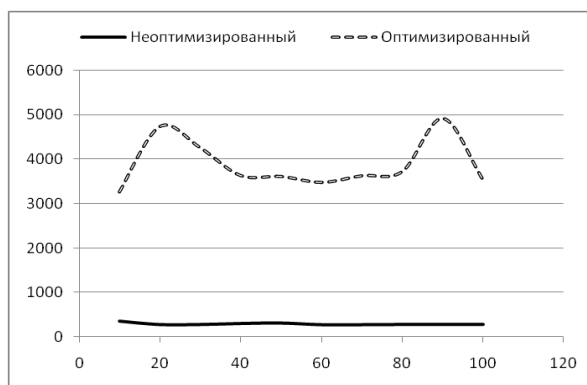


Рисунок 4 – Запрос детализации разной плотности шаблона для 100 строк

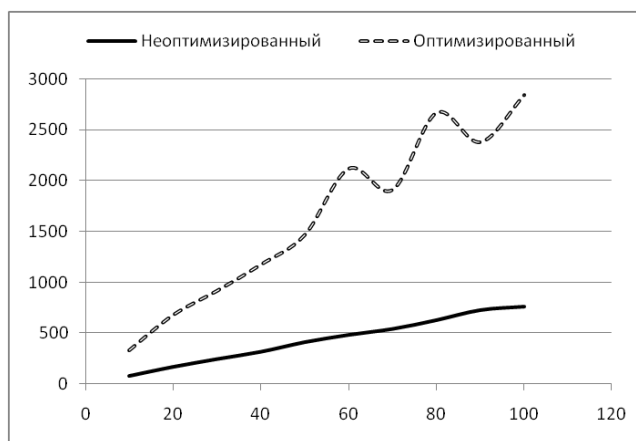


Рисунок 5 – Время записи разного количества элементов для плотности шаблона 50 %

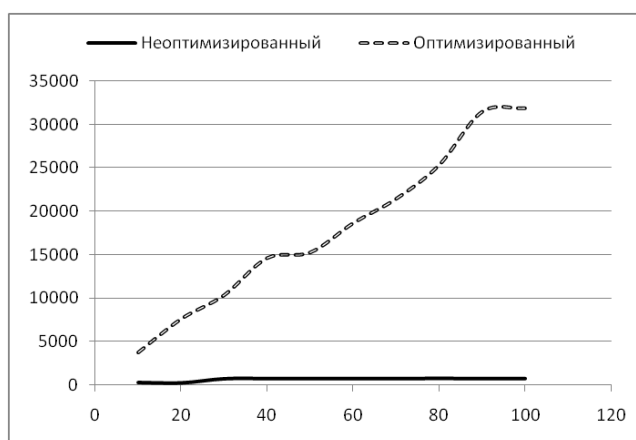


Рисунок 6 – Время выполнения запроса разного количества элементов для плотности шаблона 50 %

Как видно из рисунков 3–6, данные, представленные в оптимизированном виде дают выигрыш в скорости работы с базой данных в очень специфических ситуациях (при очень большой разреженности шаблона). Так как за счет усложнения структуры базы при заполнении детализации необходимо заполнить 3 таблицы вместо 1, то время выполнения в оптимизированной базе значительно увеличится. Также при запросе время выполнения значительно увеличивается за счет внутреннего соединения таблиц с целью сводного отображения пользователю. Выигрыш при использовании оптимизированной базы может быть получен при необходимости частого изменения структуры шаблона. Из всего вышесказанного следует, что в данном случае неоптимизированная база данных выигрывает в скорости работы.

#### Библиографический список

1. Плеханова Т. Теория статистики [Электронный ресурс]: учебное пособие / Т. Плеханова, Т. Лебедева.- Омск.: ОГУ, 2013.-418 с.- Режим доступа: <http://www.knigafund.ru/books/182997.->(27.02.17).

## **МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID ПО ВЕДЕНИЮ ЖУРНАЛОВ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ В MICROSOFT DYNAMICS AX**

**Дочкин А.С.**

**Научный руководитель: Дороганов В.С.**

*Кузбасский Государственный технический университет им.Т.Ф.Горбачева,  
г. Кемерово, e-mail: d-alexandr2011@mail.ru*

В данной работе рассматриваются ключевые шаги разработки мобильного приложения под ОС Android для работы с АХ, описываются проблемы разработки интерфейса и подключения к системе.

Ключевые слова: мобильное приложение, операционная система, Android, Microsoft Dynamics AX, WCF-служба, журнал.

За последние годы информационные технологии сделали огромный шаг вперед в сфере бизнеса и предприятий. Было разработано огромное количество решений, систем и видов обеспечения, которое позволяет улучшать и упрощать работу и управление крупными организациями. Одним из таких решений является ERP-система – специальный программный пакет, обеспечивающий управление трудовыми, финансовыми ресурсами, активами, оптимизацию ресурсов, контроль процессов во всех сферах деятельности предприятия. Одной из таких систем является Microsoft Dynamics AX [1].

На предприятии «ХК «Сибирский Цемент»» внедрено данное решение. Одной из её задач является контроль за состоянием оборудования путем ведения журналов состояния оборудования, в которых выбирается конкретная номенклатура, список её деталей и указывается их текущее состояние, на основании чего делается вывод о необходимости и срочности ремонта. Ведение данного журнала является важной задачей, так как оно обеспечивает безопасность и работоспособность заводов предприятия.

На текущий момент ведение этих журналов устроено следующим образом: пользователь приходит на завод, изучает оборудование, записывает себе необходимые для ремонта данные, возвращается на предприятие, где расположена сеть АХ, вносит все данные в таблицу Excel, затем эта таблица отправляется в другой отдел, где проверяется и только потом данные вносятся в АХ и сохраняются там для дальнейшей работы. Этот процесс на данный момент не оптимизирован и не удобен работникам предприятия. Поэтому было решено разработать мобильное приложения для создания и заполнения этих журналов.

Для разработки данного приложения необходимо разработать в АХ функционал для выгрузки справочных данных, как группы и списки номенклатур, списки деталей оборудования, организовать ввод и сохранение данных в ней, создать службу, которая будет обеспечивать обмен данными между ERP и мобильным приложением и само мобильное приложение.

На данный момент, по данному проекту полностью разработана функционирующая служба, разработано мобильное приложение, соединяющееся с АХ посредством вышеуказанной службы, в АХ разработан функционал по выгрузке данных, и ведется разработка модуля по добавлению данных.

Что из себя представляет служба? Она представляет собой приложение, запущенно на сервере вместе с АХ, содержащее набор методов для работы с ней. Среди этих методов содержится большое количество для получения данных из различных таблиц и справочников системы. Когда происходит вызов метода службы, она обращается к нашей ERP-системе, а точнее к определенным методам, которые были указаны при вызове. В Ахарта указанный метод выполняется, и результатом его работы являются данные, сериализованные в XML-вид, которые затем отправляются через службу в мобильное приложение. Как видно, служба является лишь посредником между АХ, работающей во внутренней сети предприятия с мобильными приложениями, которые находятся вне [2].

Собственно, функционал, расположенный в Ахарта представляет собой набор запросов, выполняющихся при вызове методов, и затем набором команд, которые эти данные приводят в XML-вид. Сериализация в XML является обязательной, так как в данном случае данные «обертываются» в специальную оболочку, которая позволяет их без проблем передавать, не теряя структуры, и обеспечивает безопасность этих данных при передаче. Вся данная разработка велась на языке АХ – X++, представляющем собой вариацию языка C++.

Разработка мобильного приложения велась под операционную систему Android, так как устройства с этой ОС наиболее распространены на предприятии. Целью данного этапа была разработка не столько приложения, сколько простого и понятного интерфейса для пользователя, чтобы он мог создавать журналы состояния оборудования без чьей-либо помощи самостоятельно, находясь вне предприятия «СибЦем».

На первом экране происходит авторизация пользователя – работник вводит свои логин и пароль, с помощью которых он авторизируется в сети предприятия и нажимает «Далее». Если данные верны, и служба вместе с АХ работает – пользователь переходит на следующий экран, иначе на экране выводится сообщение об ошибке авторизации, если не корректны введенные данные, или об проблемах с соединением с АХ.

На втором экране пользователю необходимо выбрать дату и номенклатуру, т.е. оборудование, которое надо обследовать. В АХ количество этих номенклатур исчисляется несколькими тысячами, и передать их все из Ахарта в мобильное приложение невозможно. Поэтому, все номенклатуры в базе разбиты на группы классификации, которые в свою очередь сами разбиты на группы, и вся эта структура представляет собой многоуровневый список. Поэтому, для решения данного вопроса был разработан интерфейс, в котором пользователю надо сначала пройти по структуре групп классификации, и когда он достигнет самого нижнего уровня той или иной группы, ему будут доступны для выбора сами номенклатуры. Если же пользователь ошибся

с выбором – он всегда может изменить свой выбор, нажав на поле, с уже выбранным вариантом, чтобы выбрать другой вариант (рисунок 1).

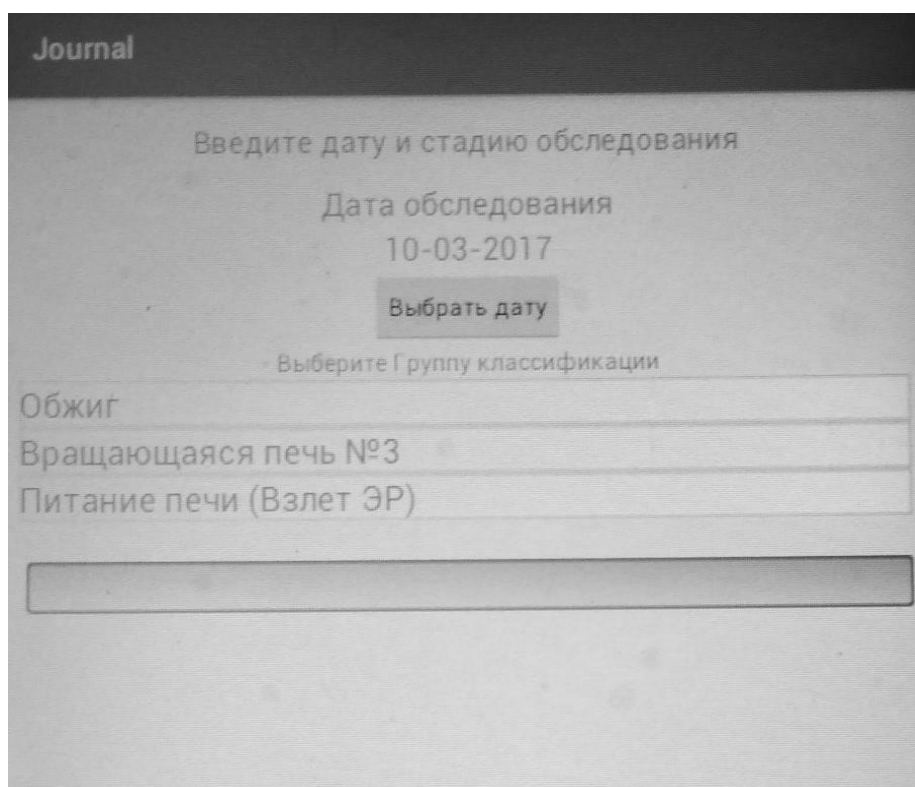


Рисунок 1 – Интерфейс выбора группы классификации и номенклатуры

На последнем же экране, в соответствии с выбранной номенклатурой пользователю выводятся составляющие этого оборудования. На этом экране пользователь вводит текущее значение состояния этих составляющих и затем отправляет все эти данные в АХ, где будет создаваться новый журнал состояния оборудования.

На данный момент осталось реализовать непосредственно добавление этих данных в АХ, создание самого журнала и отладка всей системы, на предмет ошибок и багов. По завершению этих этапов, данное приложение будет внедрено в работу на предприятии «ХК «СибЦем»

#### Библиографический список

1. Microsoft Axapta (Navision Axapta) // CRM система Microsoft CRM и ERP система Microsoft Navision URL: [http://www.cmdsoft.ru/products/microsoft\\_dynamics/ax/](http://www.cmdsoft.ru/products/microsoft_dynamics/ax/) (дата обращения: 09.03.2017).
2. Язык XML // CodeNet - все для программиста URL: <http://www.codenet.ru/webmast/xml/part1.php#p1> (дата обращения: 09.03.2017).

## **РАЗРАБОТКА САЙТА «МУЗЕЙ ИСТОРИИ СИБГИУ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ПРОЕКТНОГО МЕНЕДЖМЕНТА**

**Раецкий А.Д., Дворянчиков М.В., Неретин А.А., Шлянин С.А.  
Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.**

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

Работа посвящена созданию веб-сайта «Музей истории СибГИУ» в рамках дисциплины подготовки магистров «Проектная деятельность». Сайт разрабатывался как проект, последовательно проходя через этапы инициации, планирования, реализации и завершения проекта.

Ключевые слова: сайт, музей, история, проект, проектная деятельность, проектный менеджмент.

Сегодня для системы высшего образования важно повышение качества подготовки специалистов, соответствующих потребностям рынка труда. Для этого происходит интеграция научной и учебной деятельности в образовательном процессе. Проектный подход при подготовке студентов способствует развитию личностных качеств будущих специалистов, а также углублению их знаний и умений. Проектная работа прививает студентам навыки работы в команде, позволяет организовывать самостоятельное проведение научных исследований, что соотносится с требованиями ФГОС ВО 3+ к набору компетенций, которые должны сформироваться у выпускника [1].

Разработка проекта разбивается на отдельные фазы для улучшения управления им. Каждая фаза ограничена во времени и включает в себя работы и показатели, характеризующие достижение поставленных в ней целей. Чаще всего выделяют четыре фазы проекта: инициация, планирование, реализация и завершение [2].

В Сибирском государственном индустриальном университете реализуется проектное обучение для всех студентов бакалавриата и магистратуры, начиная с первого курса. Так, для обучающихся первого курса магистратуры института информационных технологий и автоматизированных систем в рамках дисциплины «Проектная деятельность» была поставлена задача разработки веб-сайта «Музей истории СибГИУ».

На первом этапе реализации данного проекта на фазе инициации была сформирована команда проекта в составе четырех человек, выбран руководитель проекта и распределены обязанности между участниками проекта. Цель проекта разработки веб-сайта заключалась в предоставлении пользователям интернета доступа к ресурсам музея с целью повышения престижа университета через информирование о его богатой истории, успехах и достижениях. Был осуществлен сбор исходных данных для создания информационного ресурса музея. Сайт должен быть представлен четырьмя раздела-



ми: музей, история, проекты и студенческие отряды. На сайте должно быть два ролевых модуля: гость и администратор. Гость обладает правами на просмотр разделов, администратор их наполняет. Веб-сайт должен поддерживать адаптивный дизайн, т.е. корректно отображаться на различных устройствах. Кроме того, на данной фазе определены последовательность работ и риски проекта, а также требуемые на его реализацию ресурсы. Результатом этапа инициации стал устав проекта.

На фазе планирования была произведена оценка продолжительности работ по этапам проекта. Также на данном этапе осуществлен выбор программного обеспечения, необходимого для реализации веб-сайта музея. Для совместной разработки принято решение использовать систему управления версиями Git и веб-сервис для хранения IT-проектов GitHub, что позволило разрешать конфликты при создании сайта, а также контролировать все вносимые изменения. В качестве серверного языка программирования использовался PHP. Язык PHP является одним из самых популярных для разработки веб-сайтов, прост в использовании и может быть развернут на любом сервере. На клиентской стороне применялся преимущественно JavaScript. В качестве базы данных использовалась SQLite. Также на данном этапе был подготовлен макет веб-сайта музея, который был показан заказчику. Результатом данного этапа стал сетевой план-график проекта, который представлен на рисунке 1 в виде диаграммы Ганта.

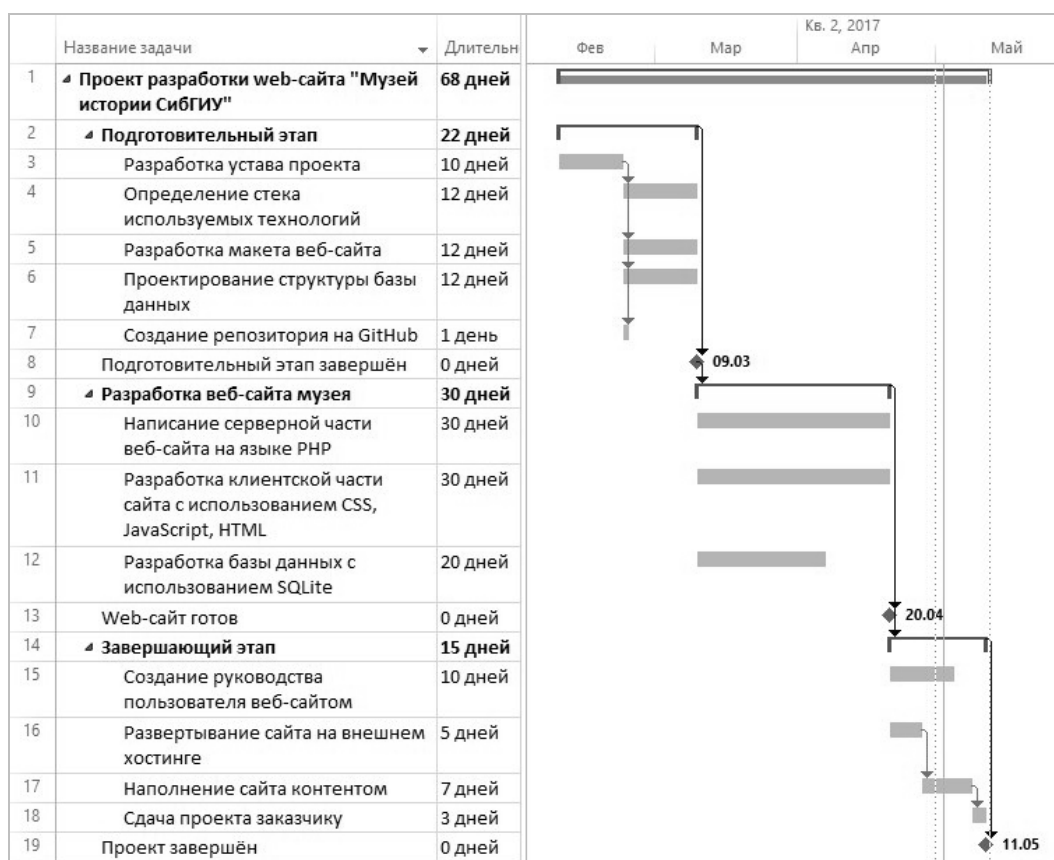


Рисунок 1 – Диаграмма Ганта проекта разработки веб-сайта «Музей истории СибГИУ»

На этапе реализации осуществлялось выполнение всех намеченных планов. Была создана база данных, реализованы клиентские и серверные алгоритмы. При этом руководителем осуществлялась фиксация хода выполнения работ по проекту. В результате проект выполнен с незначительным опережением изначального плана-графика.

На завершающей фазе были достигнуты конечные цели проекта, подведены итоги. Сайт музея истории размещен на хостинге СибГИУ и наполнен контентом, предоставленным от заказчика. На рисунке 2 показан полученный результат.

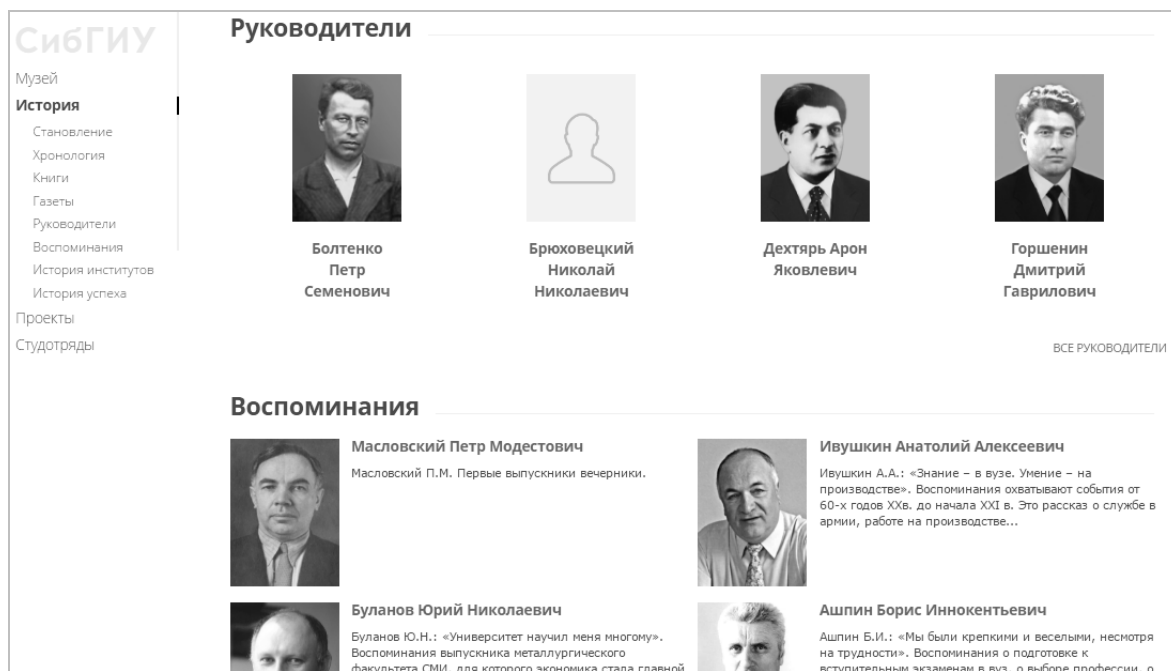


Рисунок 2 – Внешний вид сайта «Музей истории СибГИУ»

Таким образом, был реализован проект разработки веб-сайта «Музей истории СибГИУ», который позволит повысить престиж университета. В ходе выполнения проекта пройдены этапы инициации, планирования, реализации и завершения проекта. Разработанный сайт был размещен на сервере СибГИУ, наполнен первичным контентом после чего передан заказчику.

#### Библиографический список

1. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4>] – Загл. с экрана (дата обращения: 01.06.2017).
2. Управление проектами: учебное пособие / Т.В. Кораблина Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, изд. центр СибГИУ, 2011. – 176 с.

## **АУТЕНТИФИКАЦИЯ ЛИЧНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ**

**Шлянин С.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.**

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

В работе рассмотрены подходы к решению задачи установления подлинности личности пользователя в системах управления обучением. Рассмотрены возможные методы биометрической аутентификации пользователей, выбран оптимальный метод на основе нейронных сетей и предложена технология реализации применительно к системе «Moodle».

Ключевые слова: аутентификация, биометрия, искусственные нейронные сети, система управления обучением Moodle, плагин.

В настоящее время развитие информационных технологий привело к распространению электронного обучения. Все высшие учебные заведения используют системы управления обучением для фиксации хода образовательного процесса. На данный момент существует множество систем управления обучением, как платных, например, Blackboard, так и свободно распространяемых, таких как Moodle.

Использование любой системы управления обучением сопряжено с важной для преподавателей задачей: они не знают, кто на самом деле работает в системе под именем обучающегося.

Для санкционированного доступа к системе каждый пользователь проходит процесс авторизации. Авторизация состоит из двух этапов: идентификации и аутентификации. Идентификация – это процесс установления личности пользователя (через имя, логин, email и т.д.), аутентификация – это процесс её подтверждения. Методы аутентификации условно делятся на три категории: «Что Вы знаете», «Что Вы имеете» и «Кто Вы такой» [1]. Методы первой категории используют имеющуюся у пользователя информацию: пароль или кодовое слово. Для второй категории используются специальные предметы, такие как магнитные карты или чипы. Третья категория - это методы биометрической аутентификации, заключающиеся в анализе отпечатков пальцев, сетчатки глаза, фотографии и т.д. Биометрическая аутентификация считается наиболее надежным методом, хотя и самым сложным в реализации. Тем не менее, чаще всего разработчики информационных систем используют аутентификацию с помощью пароля, особенно на web-сайтах, к которым относятся системы управления обучением.

Классическая теория информационной безопасности рассматривает только те случаи, в которых пользователь заинтересован в защите своей информации. В системах управления обучением это может быть не так. Обу-

чающийся может намеренно скомпрометировать свой пароль, предоставив его другому человеку, чтобы тот выполнил за него задания или прошел тестирование. Данную ситуацию можно разрешить путем введения биометрической аутентификации, поскольку такой подход обеспечивает наибольшую защиту от умышленной компрометации.

Использование различных методов биометрической идентификации требует специфического оборудования. По этой причине наиболее доступными являются методы опознавания по фотографии и голосу, поскольку для них достаточно веб-камеры и микрофона.

Рассмотрим способ опознавания по фотографии. Для распознавания и сравнения лиц существует множество методов [2], таких как:

- Метод гибкого сравнения на графах.
- Метод главных компонент.
- Метод Виолы-Джонса.
- Искусственные нейронные сети.

Большинство из этих методов имеют ряд недостатков,. Наиболее распространенные из них – чувствительность к изменению освещения и углу поворота головы. Использование нейронных сетей позволяет избежать большинства из этих особенностей. Основное достоинство нейронных сетей заключается в том, что качество их работы напрямую зависит от качества обучающей выборки. Нейронные сети работают по принципу черного ящика: разработчики сети не могут сказать, почему алгоритм сети выдал тот или иной результат. Однако эта же особенность нейронных сетей является их главным преимуществом перед другими алгоритмами – они способны обрабатывать любой набор факторов, который будет учтен в обучающей выборке. Это позволяет сравнивать фотографии с такими помехами, как различная освещённость, изменение прически и положения лица на фотографии.

Существует множество видов искусственных нейронных сетей [3], но наиболее распространенным и универсальным является многослойный перцептрон. В общем виде многослойный перцептрон состоит из: входного слоя, на который подаются исходные данных; выходного слоя, с которого считываются результаты решения задачи; произвольного количества промежуточных (скрытых) слоев. На вход нейронной сети будет подаваться информация о яркости каждого пикселя эталонной фотографии идентифицированного пользователя и его новой фотографии, сделанной при попытке авторизации. Фотографии должны быть одного размера и представлены в режиме «оттенки серого». На выходе сети будет одно значение – степень схожести фотографий. Для качественного обучения необходима большая обучающая выборка, состоящая из тысяч фотографий, поэтому обосновано использование готовых подборок фотографий, специально предназначенных для обучения нейронных сетей, например, «Yale Faces» [4].

В СибГИУ используется система управления обучением Moodle [5-7]. Эта открытая система имеет модульную архитектуру, позволяющую разработчикам расширять её функционал дополнительными плагинами. Однако

система Moodle написана на скриптовом языке PHP, который не предназначен для выполнения таких задач, как реализация нейронных сетей и их обучения. На данный момент наиболее часто используемым языком программирования в области нейронных сетей и Data Science является Python. С помощью данного языка можно как эффективно провести обучение сети, так использовать её для обработки реальных данных.

Таким образом, оптимальным решением задачи установления личности пользователя в системе управления обучением Moodle будет использование метода аутентификации по фотографии с помощью искусственных нейронных сетей. Целесообразно осуществить разработку сети на языке Python в виде CGI-скрипта, обрабатывающего данные, и создать плагин для системы Moodle на языке PHP, считывающий фотографию пользователя с веб-камеры, организующий передачу данных CGI-скрипту и принимающий на основе результата анализа схожести фотографий решение о предоставлении пользователю права доступа к системе.

#### Библиографический список

1. Блинов А.М. Информационная безопасность. Учебное пособие. Часть 1 – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. 96 с.
2. Р.Гонсалес. Цифровая обработка изображений / Р.Гонсалес, Р.Вудс // Москва: Техносфера, 2005. 1072 с.
3. Саймон Хайкин. Нейронные сети. Полный курс.– Вильямс, 2008. 1103 с.
4. The Extended Yale Face Database B [Электронный ресурс] – Режим доступа – [<http://vision.ucsd.edu/~iskwak/ExtYaleDatabase/ExtYaleB.html>] – Загл. с экрана (дата обращения: 06.02.2017).
5. Ермакова Л.А. Построение единой информационно-образовательной среды университета // Информационные технологии. Проблемы и решения : материалы международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – Т. 1. - С. 151-155.
6. Ермакова Л. А. Создание электронной информационной образовательной среды в СибГИУ / Л. А. Ермакова, А. Е. Шендриков // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12-15 апреля 2016 г. – Новокузнецк, 2016. – Ч. 2. - С. 59-64.
7. Гусев М. М. Автоматизация процесса регистрации пользователей в LMS MOODLE //Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк 2016 г.- Т4 –С 195-197.

## ПРИМЕНЕНИЕ СЕТЕВОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ИТ-ПРОЦЕССОВ

**Ураевский О.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук. доцент Зимин В.В.**

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

Предметом доклада является применение сетевого программирования для поиска оптимального распределения ресурсов на оптимизацию ИТ-процессов.

Ключевые слова: ИТ-процесс, сетевое программирование, показатели эффективности, распределение ресурсов.

На рисунке 1 представлена иерархическая структура показателей (ИТ-метрик) эффективности процессов жизненного цикла ИТ-сервиса, которая положена в основу постановки и процедуры решения рассматриваемой задачи. При формировании конкретного состава показателей отдельных ИТ-процессов могут быть использованы метрики, предлагаемые одним из авторов ITIL-3 П.Бруксом [1]. Показатели первого уровня представляют собой совокупности  $\{\mu_{kl}^n | n = 1, N_{kl}\}$ ,  $1 \in L_k, k \in K$ , локальных показателей, описывающих эффективность отдельных процессов  $P_{kl}$  ( $k$  – номер стадии,  $l$  – номер процесса в пределах стадии). Функции  $z(\mu_{kl}^n(t))$ , описывающие затраты ресурсов, необходимых для достижения значений  $\mu_{kl}^n(t)$ , далее считаются известными. Второй уровень описывает агрегированные (свертка локальных показателей) показатели  $q_{kl}$  эффективности процессов  $P_{kl}$ , третий – показатели эффективности  $q_k$  стадий  $P_1, P_1, P_1, P_1$  (свертка показателей процессов стадий), четвертый уровень отражает комплексную оценку эффективности  $q$  процессов ЖЦС в целом.

Для функции затрат  $z(q)$  будем считать справедливым соотношение

$$z(q) = \sum_{k \in K} \sum_{l \in L_k} \sum_{n \in N_{kl}} z(\mu_{kl}^n) \quad (1)$$

где:  $K = \{1, 2, 3, 4\}$  - множество индексов стадий ЖЦС;

$L_k$  - множество индексов для процессов  $k$ -ой стадии.

Для оценки численных значений показателей эффективности используется конкретизация известной процедуры *комплексного оценивания*, предлагаемой в теории управления организационными системами [2]. Процедура, в частности, включает операции: приведение множества шкал измерения локальных показателей к единой дискретной балльной шкале заданного ранга  $R$ , вычисление средневзвешенных значений показателей, последовательную

«дихотомическую» свертку критериев. Применение дихотомической процедуры свертки требует определения порядка свертывания показателей (формирования дерева свертки) и построения соответствующих матриц по парной свертки.

В работе применяются следующие процедуры оценивания значений показателей эффективности:

1) Преобразование посредством оператора  $\hat{A}_{kl}^{\hat{a}}$  численных оценок локальных показателей эффективности  $\mu_{kl}^n$  отдельных процессов  $P_{kl}$  в балльные значения  $\mu_{kl}^{\hat{a}n}$  единой балльной шкалы ранга  $R$ :

$$\{\mu_{kl}^n \mid n \in N_{kl}\} \xrightarrow{A_{kl}^{\hat{a}}} \{\mu_{kl}^{\hat{a}n} \mid n \in N_{kl}, \mu_{kl}^{\hat{a}n} = \overline{1, R}\}, l \in L_k, k \in K. \quad (2)$$

Общий показатель эффективности процессов ЖЦС деятельности ИТ-провайдера

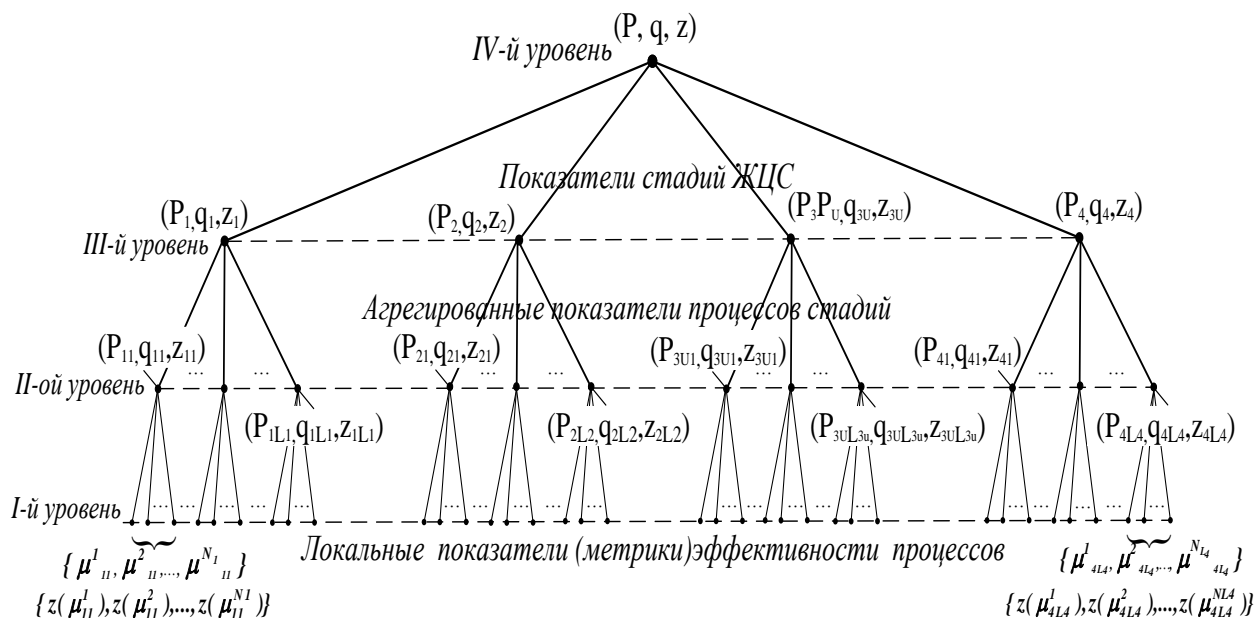


Рисунок 1 – Иерархия показателей эффективности процессов жизненного цикла ИТ-сервисов

2) Формирование посредством оператора  $\hat{A}_{kl}$  агрегированных оценок  $q_{kl}$  эффективности процессов стадий посредством взвешивания балльных значений локальных показателей:

$$q_{kl} = A_{kl}(\{\mu_{kl}^{\hat{a}n} \mid n \in N_{kl}\}, \{\omega_{kl}^{hn} \mid n \in N_{kl}\}) = \sum_{n \in N_{kl}} \omega_{kl}^{hn} \cdot \mu_{kl}^{\hat{a}n}, \quad (3)$$

где:  $\omega_{kl}^{in}$  - веса показателей эффективности процесса.

Формирование посредством оператора  $\hat{A}_k$  оценок показателей эффективности  $q_k$  стадий ЖЦС на основе оценок  $q_{kl}$  процессов стадий и относительных весов  $\alpha_{kl}$  этих процессов в рамках стадий:

$$q_k = A_k(A_k, A_k | 1 \in L_k) = ] \sum_{1 \in L_k} \alpha_{kl} q_{kl} [, k \in K. \quad (4)$$

3) Формирование комплексной оценки эффективности  $q$  ИТ-процессов ЖЦС на основе значений оценок  $q_k$  стадий и выбранных ЛПР дерева свертки  $A_{tr}$  и матриц свертки  $\{M(A_{tr})\}$ :

$$q = A(\{q_k | k \in K\}, A_{tr}, \{M(A_{tr})\}), \quad (5)$$

где  $A$  - оператор, реализующий процедуру дихотомической свертки стадийных показателей.

Используя введенную структурную модель показателей эффективности ИТ-процессов ЖЦС (рисунок 1) формализуем задачу оптимального распределения ресурсов на совершенствование ИТ-процессов следующим образом:

$$q \rightarrow \max, \quad z(q) \leq z^*, \quad (6)$$

То есть задача состоит в нахождении такого распределения ограниченного объема ресурсов  $z^*$  на улучшение отдельных ИТ-процессов, которое доставляет максимум целевому показателю  $q$ .

*Процедура решения задачи на основе метода сетевого программирования.* В соответствии с (2-6) функции  $q$  и  $z$  структурно подобны и, следовательно, метод сетевого программирования применим [3]. Изложим процедуру решения задачи для случая, когда ИТ-провайдер реализует две стадии ЖЦС с двумя ИТ-процессами на каждой стадии и двумя локальными показателями эффективности для каждого процесса. Этому случаю соответствует структура показателей эффективности  $q$  и затрат, представленная на рисунке 2.

#### *Решение задачи*

Решение этой задачи методом сетевого программирования сводится к последовательному решению частных (оценочных) задач. Положим:  $R=3$  (выбираем трехбалльную шкалу измерения для показателей всех уровней: 1 - «плохо», 2 - «удовлетворительно», 3 - «хорошо»),  $z^*=35$ . Кроме того, для первой стадии определим следующие исходные данные:

$$\omega_{11}^1=0,3; \omega_{11}^2=0,4; \omega_{11}^3=0,3; \omega_{12}^1=0,3; \omega_{12}^2=0,7; \alpha_{11} = 0,4; \alpha_{11} = 0,6;$$

$$\Delta z(\mu_{11}^1) = 3; \Delta z(\mu_{11}^2) = 4; \Delta z(\mu_{11}^3) = 2; \Delta z(\mu_{12}^1) = 2; \Delta z(\mu_{12}^2) = 3;$$

Для второй стадии ЖЦС положим:

$$\omega_{21}^1=0,4; \omega_{21}^2=0,6; \omega_{21}^3=0,2; \omega_{22}^1=0,3; \omega_{22}^2=0,5; \alpha_{21} = 0,3; \alpha_{22} = 0,7;$$

$$\Delta z(\mu_{21}^1) = 2; \Delta z(\mu_{21}^2) = 1; \Delta z(\mu_{22}^1) = 3; \Delta z(\mu_{22}^2) = 3; \Delta z(\mu_{22}^3) = 4;$$

Введем для стадий весовые коэффициенты:  $\beta_1=0,3$  и  $\beta_2=0,7$



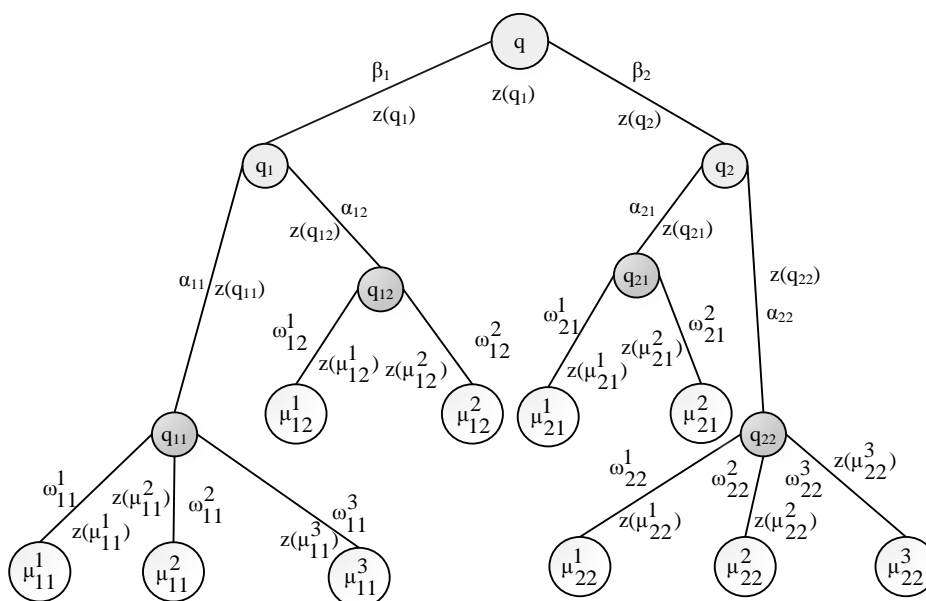


Рисунок 2 - Конкретизированная структура показателей эффективности и функции затрат ИТ-деятельности

В результатах решения итоговой задачи (таблица 1), выяснили то, что при заданных условиях оценка «отлично» не достижима.

Таблица 1 - Решения задачи

q	1	2	3
$(\mu_{11}^1, \mu_{11}^2, \mu_{22}^3)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,1,3)
$(\mu_{12}^1, \mu_{12}^2)$	(1,1)	(1,2)	(2,3)
$(\mu_{21}^1, \mu_{21}^2)$	(1,1)	(2,3)	(2,3)
$(\mu_{22}^1, \mu_{22}^2, \mu_{22}^3)$	(1,1,1)	(1,1,1)	(2,3,3)
$z(q)$	26	30	48

В общем случае метод сетевого программирования не гарантирует нахождение оптимального решения исходной задачи, но позволяет найти «достаточно» эффективные решения, которые могут быть использованы в качестве верхних (нижних) границ для метода ветвей и границ, который нахождение такого оптимума обеспечивает.

#### Библиографический список

1. Брукс П. Метрики для управления ИТ-услугами / Питер Брукс; Пер. с англ. — М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. — с.283.
2. Бурков, В.Н. Механизмы повышения безопасности дорожного движения: Монография/ В.Н. Бурков, В.Д. Кондратьев, А.В. Щепкин.- М.: Книжный дом ЛИБРИКОМ, 2012.-208 с.
3. Буркова, И.В. Метод сетевого программирования в задачах управления проектами: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.13.10/ И.В.Буркова.- Москва, ИПУ, 2012. -181 с.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ САЙТОВ РЕСУРСНЫХ ЦЕНТРОВ**

**Есипенюк Е.Г**

**Научный руководитель: Дороганов В.С.**

*Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово, e-mail: EEsipenyuk@mail.ru*

Доклад посвящён функциональной части сайтов ресурсных центров, а также отслеживанию эффективности их распространения. Решение создания сайта заключается в выборе и применении ИТ-продукта, доступного множества: Yandex Metrika, API, Google Analytics, RSS лента, Maps api API Карта, Google tag manager, SEO оптимизация. В докладе освещены следующие вопросы: Какой функционал используется на сайтах? Для чего вообще нужен этот функционал? Что он нам дает?

Ключевые слова: ресурсный центр, функциональность, интернет-маркетинг, Yandex Metrika, API, Google Analytics, RSS лента, Maps api, API Карта, Google tag manager, SEO оптимизация, сайт, центр.

В настоящее время в регионах России идёт процесс формирования ресурсных центров на базе техникумов, колледжей, университетов. Также можно наблюдать тенденцию по созданию единого правового, научно-методического и информационного пространства по работе с одаренными детьми.

Ресурсный центр - это не отдельный тип или вид учреждений профессионального образования; это достижение нового качества профессионального образования на основе концентрации ресурсного обеспечения.

Цель ресурсных центров - достижение качественно нового уровня научных исследований и повышения качества обучения на основе формирования современных исследовательских комплексов, отвечающих мировым стандартам; подготовка квалифицированных рабочих кадров и специалистов путём организации сетевого взаимодействия образовательных учреждений.

В Кемеровской области действует региональный ресурсный центр, но на базе вузов, ресурсных центров нет. Кузбасский государственный технический университет Т.Ф. Горбачева, планирует создать сайт ресурсного центра. Выполнено предпроектное исследование ресурсных центров Российской Федерации. Выяснилось, что у большинства таких центров нет функционала, который позволил бы узнать об их центре возможно большему количеству людей. В большинстве случаев реализован минимум для продвижения сайта в интернете, что можно наблюдать в таблице 1, где перечислены различные ресурсные центры, найденные на просторах Интернета.

Таблица 2 - Сравнение аналогов ресурсных центров по функционалу

Используемые инструменты	Ресурсные центры, организации									
	Томский РЦ КП	Головной РЦКП МГСУ	СПГ У РЦ «Рентгеноди- фракцион- ные мето- ды иссле- дова- ния»	Ре- сурс- ный центр для СО НКО	Науч- ный Парк СПб ГУ	РРЦ "Дет- ский Тех- но- парк "	Ураль- ский ЦКП "Со- вре- мен- ные нано- тех- ноло- гии"	Це- нтр кол- лек- тив- ного по- лъзо- ва- ния Ур ФУ	Ре- су- рс- ны- й це- нтр Си- бГ А У	Фе- дер- ал- ьны- й РЦ МГ ПП У
Yandex Metrika	+	+		+	+		+	+		+
Google Analytics					+	+	+			
Поисковая оптимизация(SEO)										
RSS лента					+	+	+		+	
Maps api/ API Карта							+	+		+
Google tag manager					+			+		

Из имеющихся данных выделены 3 сайта с наибольшей функциональностью:

Научный Парк СПбГУ [1].

Уральский ЦКП "Современные нанотехнологии" [2].

Центр коллективного пользования УрФУ[3].

Рассмотрим что это за функционал? Почему именно его выбрали? Что он дает?

1. Yandex Metrika[4] - бесплатный инструмент для оценки посещаемости сайтов и анализа поведения пользователей. Помогает получить наглядные отчёты и видеозаписи действий отдельных посетителей, узнать, что ищут люди на вашем сайте, собирать статистику.

2. Google Analytics - веб-аналитик корпоративного уровня. Позволяет не только анализировать продажи и конверсии, но и предоставляет данные о действиях пользователей на сайте, о том, как они перешли на него, а также

помогает понять, как привлечь их снова.

3. RSS лента - позволяет узнавать об обновлениях этого сайта максимально оперативно, без необходимости посещать и просматривать сам сайт.

4. Maps api/API Карта[5] - программный интерфейс, с помощью которого можно установить карты и необходимый инструментарий для работы с ними на своем сайте.

5. Google tag manager[6] - бесплатный инструмент от Google, призванный облегчить работу поисковых оптимизаторов/маркетологов. Позволяет сторонним сервисам собирать данные и проводить анализ.

Из вышеперечисленных инструментов только Yandex Metrika, используется у всех трех сайтов.

К сожалению, ни у одного из проанализированных сайтов не было замечено SEO[7]. И это большое упущение. Даже если вам незнакома такая формулировка, то вы прекрасно знаете, что существуют поисковые системы (Яндекс, Google, Mail и другие), которые выдают пользователям списки сайтов в ответ на вводимые запросы (например, «купить квартиру», «доставка пиццы»). Причем какие-то сайты выходят на первые места в поисковой системе, а какие-то можно найти, лишь пролистав несколько страниц.

Именно поисковая оптимизация сайта, как раз и служит тому, чтобы ваш сайт выходил в ТОП. Из всего выше написанного можно сделать вывод, что SEO - это комплекс для повышения эффективности сайта в результатах поиска по заранее отобраным запросам.

В связи с этим было принято решение разработать сайт «Ресурсный центр коллективного пользования КузГТУ» [8]. Который будет использовать весь вышеказанный функционал, что обеспечит эффективность данного сайта и позволит отслеживать все, что интересно пользователям сайта.

#### Библиографический список

1. Междисциплинарный ресурсный центр по направлению «Нанотехнологии» // Научный Парк СПбГУ URL: <http://researchpark.spbu.ru/nano-rus>.

2. Уральский центр коллективного пользования "Современные нанотехнологии" // Нано центр УрФУ URL: <https://nanocenter.urfu.ru>.

3. Центр коллективного пользования уникальным оборудованием Уральского федерального университета// Центр коллективного пользования УрФУ URL: <http://ckp.urfu.ru/o-centre/>.

4. Стандартные отчеты // Яндекс.Метрика URL: Электронный ресурс.- Режим доступа.: <https://metrika.yandex.ru/>.

5. Справочник разработчика // API Метрики URL: Электронный ресурс.- Режим доступа.: <https://tech.yandex.ru/metrika>.

6. «Четвёртый Рим» // Google Tag Manager URL Электронный ресурс.- Режим доступа.:<https://www.4rome.ru/blog/gtm/>

7. Электронный ресурс.- Режим доступа.: Раскрутка сайта // topodin URL: <https://topodin.com/seo/post/chto-takoe-seo-optimizatsiya>.

8. Ресурсный центр коллективного пользования КузГТУ // РЦКП

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО АККАУНТ-МЕНЕДЖЕРА ООО ЛИДЛАБ**

**Токмагашева Ю. В.**

**Научный руководитель: Дороганов В.С.**

*Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева,  
г. Кемерово, tokmagasheva@mail.ru*

Статья посвящена описанию решения задачи выполнения рутинных действий аккаунт-менеджеров по отслеживанию эффективности контекстной рекламы в сервисах Яндекса. Решение заключается в разработке ПО автоматизированного рабочего места аккаунт-менеджера, которое представлено в форме веб-ресурса, благодаря чему доступно удаленно.

Ключевые слова: интернет-маркетинг, контекстная реклама, Яндекс. Директ, Яндекс. Метрика, API Яндекс.Директ, API Яндекс.Метрика, автоматизированная система, мастер отчетов, база данных.

ООО ЛидЛаб - развивающаяся молодая компания, которая занимается комплексным интернет-маркетингом, включающим создание сайтов, SMM, настройку контекстной рекламы в Yandex.Direct и Google Adwords, интеграцию сквозной бизнес-аналитики на базе ROIstat, интеграцию телефонии и АМОстм. Клиентами фирмы являются компании, желающие начать или увеличить свои продажи с помощью Интернет-маркетинга.

При начале сотрудничества за каждым клиентом закрепляется аккаунт-менеджер, через которого в последующем и происходит взаимодействие между клиентом и компанией. Ежедневно аккаунт-менеджер ведет переговоры и деловую переписку с клиентами, сообщая ключевые моменты в работе, консультируя по интересующим клиентов вопросам, намечая новые направления деятельности, согласовывая важную информацию. Кроме этого, аккаунт-менеджерам приходится самостоятельно отслеживать эффективность контекстной рекламы.

Сложность отслеживания эффективности контекстной рекламы заключается в том, что для каждого клиента создан отдельный аккаунт, в который загружены рекламные кампании этого клиента. Для того, чтобы оценить эффективность работы рекламных кампаний (РК) приходится в интерфейсе Яндекс.Директ составлять отчет по интересующим показателям, затем сверять корректность некоторых показателей с данными из сервиса аналитики Яндекс.Метрика, в интерфейсе которого так же нужно запрашивать интересующие данные, и лишь затем составлять полную картину работы РК.

Вышеперечисленные рутинные действия отнимают у аккаунт-менеджеров значительную часть рабочего времени. В связи с этим было

принято решение разработать собственное программное обеспечение, чтобы автоматизировать составление отчетов по работе РК и отслеживание эффективности работы.

После опроса сотрудников компании были выделены следующие основные требования к ПО:

1. Постоянная актуализация данных - получение достоверной статистики, обновляемой через заданный промежуток времени.
2. Групповое формирование отчетов - возможность формировать отчеты по всем РК в нескольких выбранных аккаунтах.
3. Автоматическое отображение проблемных аккаунтов на верхних позициях списка – аналог панели мониторинга, на которой отображается весь список аккаунтов с сортировкой от аккаунтов, в которых показатели РК значительно ухудшились, к аккаунтам, в которых показатели РК улучшились.

Кроме того, были высказаны пожелания добавить возможность фильтровать список аккаунтов по ответственному аккаунт-менеджеру, либо ответственному за ведение в аккаунте РК директологу (специалисту по контекстной рекламе в Яндекс.Директ).

В данный момент времени ведется разработка ПО. Автоматизированная система должна быть доступна, в том числе и удаленно, поэтому ПО реализуется в качестве веб-ресурса.

Языком программирования был выбран PHP. Данные хранятся в базе данных MySQL. Они сохраняются, обновляются/изменяются посредством sql-запросов.

Статистика формируется при помощи запросов к Яндекс.Директ и Яндекс.Метрика через API Яндекс.Директа и API Яндекс.Метрики соответственно.

#### Библиографический список

1. Делаем эффективные проекты по привлечению клиентов в Ваш бизнес // Электронный ресурс.- Режим доступа: LIDLAB URL: <https://lidlab.biz/>.
2. Мастер отчетов // Электронный ресурс.- Режим доступа: Яндекс.Директ URL: <https://direct.yandex.ru>.
3. Стандартные отчеты // Электронный ресурс.- Режим доступа: Яндекс.Метрика URL: <https://metrika.yandex.ru/>.
4. API версии 5. Руководство разработчика // Электронный ресурс.- Режим доступа: API Директа URL: <https://tech.yandex.ru/direct/>.
5. Справочник разработчика // Электронный ресурс.- Режим доступа: API Метрики URL: <https://tech.yandex.ru/metrika>.

## СОВРЕМЕННЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ЭКСПЕРТНЫЕ СИСТЕМЫ (обзор)

**Капустин А.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ляховец М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: voxel\_25@bk.ru*

Рассмотрены экспертные медицинские системы, предназначенные для обеспечения оперативной и систематической помощи медицинскому персоналу в разрешении проблемных ситуаций и принятии решений по вопросам лечения пациентов. Произведен анализ пяти медицинских систем, выявлены достоинства и недостатки, присущие рассмотренным системам.

Ключевые слова: экспертные медицинские системы, диагностика, достоверность, база знаний, симптомы, принятие решений.

Экспертные системы строятся на базе законов, регламентов, национальных рекомендаций и правил, принятых в медицинском учреждении. Медицинские экспертные системы позволяют снизить количество ошибок и других рисков, возникающих при организации и проведении медицинского обслуживания. Внедрение программных комплексов способствует облегчению процесса принятия решений как руководящим составом, так и медицинским персоналом на местах. Система также позволяет принимать решения в нестандартных ситуациях, предоставляя для этого самую актуальную информацию, доступную на текущий момент: рекомендации экспертов, результаты клинических исследований, опыт врачей в решении казуистических ситуаций, выдержки из законодательства и т.п.

Актуальность внедрения информационных экспертных систем в здравоохранение определяется, прежде всего, необходимостью повышения эффективности процессов управления здравоохранением, а также качества оказываемой населению медицинской помощи.

Известно множество экспертных информационных медицинских систем, которые позволяют сократить время на первичную диагностику пациента.

### *Медицинская информационная система PROF1*

Программа предназначена для сбора, хранения, обработки данных и для принятия решения о риске психофизиологической дезадаптации у пациента [1].

Комплекс включает: анамнестический опросник "PROFI-Анамнез"; психологический опросник "PROFI-SCL-90-R"; базу данных обследуемых; алгоритм принятия решения; программу обработки данных опросников и формирования заключения об уровне психофизиологической дезадаптации "PROFI-Доктор".

Программа обработки данных тестирования и формирования заключения об уровне психофизиологической дезадаптации "PROFI-Доктор" предна-

значена исключительно для медицинского персонала.

Кроме того, существует библиотека поддержки принятия решения об уровне психофизиологической адаптации. Она предназначена для формирования на основании данных анамнеза и психологического опросника SCL-90-R заключения об отнесении пациента в ту или иную группу по уровню исследуемого протокола показателей (например, уровень дезадаптации пациента).

Использование программы "PROFI" позволяет: существенно перераспределить силы в повседневной работе врача; сократить время (бумажной работы); повысить эффективность оценки состояния здоровья пациента; создать электронный архив результатов сбора анамнеза и психологического тестирования, что дает возможность достоверно и оперативно осуществлять динамическое наблюдение на временных отрезках любой протяженности.

#### *Медицинская экспертная система EasyDiagnosis*

Медицинская экспертная система EasyDiagnosis компании MatheMEDics является бесплатным англоязычным сервисом, где предоставляется возможность установить диагноз болезни или выявить причины недомогания при помощи теста. Выбрав одну из 19 категорий, например, "Cough" (кашель), пользователю для продолжения необходимо согласиться с тем, что данный сервис не обеспечивает профессионального диагностирования, и предпочтительно обращение к врачу; кроме того, сервис предупреждает пользователя, что при вводе неверных данных, диагноз не может быть определен верно. После принятия условий сервиса пользователем, открывается окно с тестом, где необходимо указать свой пол и возраст и затем приступить к ответам на вопросы. Стоит отметить, что неоднозначные вопросы выделены синим цветом, и пользователю предоставляется развернутая версия вопроса. После того как все вопросы пройдены (их количество варьируется в зависимости от болезни), появляется диаграмма, где в процентном соотношении предоставляется вероятность наличия той или иной болезни [2].

К достоинствам системы можно отнести: доступность (сервис является бесплатным); поддержку пользователя; интуитивно понятный интерфейс; информативное представление результатов.

К недостаткам системы можно отнести: отсутствие профессионального диагностирования и низкую достоверность результатов.

#### *Медицинская экспертная система GermWatcher*

Семейство GermWatcher / GermAlert экспертных систем предназначена для поддержки специалистов по инфекционному контролю в выявлении, отслеживании и расследовании инфекций у госпитализированных пациентов.

GermWatcher является экспертной системой, которая отслеживает данные микробиологические культуры из лабораторной системы в больнице, идентифицирует те культуры, которые представляют собой внутрибольничный инфекции и сообщает о них в национальные центры США по контролю и профилактике заболеваний (CDC). Система включает в себя базы правил по образцу местных руководящих принципов контроля внутрибольничной инфекции и CDC Национального нозокомиальных (внутрибольничных) Инфицирование



системы наблюдения (NNIS) определений культуры на основе внутрибольничных инфекций. NNIS предоставляет набор национальных стандартов для внутрибольничных инфекций, так что национальные уровни инфекции могут контролироваться и сведены к минимуму. Nosocomial инфекции представляют значительную причину длительных больничных дней и дополнительные расходы больницы. GermWatcher была внедрена на Vams и Jewish Hospital [3].

К достоинству системы можно отнести тот факт, что система включает в себя базы правил по образцу местных руководящих принципов контроля внутрибольничной инфекции, что повышает достоверность результатов диагностики. Недостатком системы является её дороговизна

#### *Интеллектуальная система поддержки принятия решений ТАРТА*

Система является проблемно-зависимой, предназначена для работы в области диагностики и лечения больных с неспецифическими заболеваниями лёгких.

В системе ТАРТА при проведении диагностирования предусмотрено использование различных методов: математической статистики, искусственного интеллекта, прямого перебора.

Различные методы обработки информации предполагают различные модели представления знаний. Была использована неоднородная структура данных и знаний, в которой данные различной значимости представляются одинаково. Формирование баз знаний проводится в несколько этапов. На первом этапе экспертом заполняется база данных, в которой заболевания описываются множеством диагностических признаков, включающим симптомы, жалобы, объективные критерии [4].

Главное достоинство системы – многообразие используемых методов диагностирования.

Недостатки системы: отсутствие пользовательской инструкции и отсутствие подсистемы поддержки пользователя.

#### *Динамическая диагностическая экспертная система «PANCREAS-1»*

Система "PANCREAS-1" предназначена для диагностики и выбора метода лечения заболеваний поджелудочной железы. Для представления знаний используется сочетание фреймовой и продукционной моделей. Вся база знаний представляется в виде фрейма, слоты которого содержат продукционные правила. В базе знаний собраны правила по 32 заболеваниям поджелудочной железы. Общее число симптомов - 240 [5].

К достоинствам системы можно отнести: сочетание фреймовой и продукционной моделей, которое повышает достоверность результатов диагностирования; динамический графический интерфейс; большое число симптомов в базе знаний.

К недостаткам системы можно отнести! отсутствие пользовательской инструкции и отсутствие поддержки пользователя.

Представленные медицинские информационные системы позволяют решать задачу диагностики, но имеют недостатки, к которым можно отнести: низкую достоверность результатов; отсутствие интуитивно понятного интерфейса; отсутствие возможности уточнения диагноза, а также одновариантный

подход к постановке диагноза. Современные системы, как и направление в целом целесообразно развивать, используя многовариантный подход.

#### Библиографический список

1. Мухаматзанова М.Ш., Юдин В.А., Карась С.И., Захарова М.А. Об актуальности применения информационных систем в медицине.// Медицинские науки - 2007. - №3. - С. 3.
2. Жариков О.Г., Литвин А.А., Ковалёв В.А. Экспертные системы в медицине.- [Электронный ресурс]: статья, Электронный каталог wikispaces, 2008. Режим доступа: [<http://tpl-it.wikispaces.com> Экспертные+системы+в+медицине]; (дата обращения: 31.12.2016).
3. Назаренко Г.И., Осипов Г.С., Назаренко А.Г., Молодченков А.И. Интеллектуальные системы в клинической медицине. Синтез плана лечения на основе прецедентов / Информационные технологии и вычислительные системы - 2010. - №1.- С. 24.
4. Гридин В.Н., Тарасова О.Б. Построение интеллектуальный диагностических систем в медицинских приложениях / Информационные технологии - 2003. - №7. - С. 54.
5. Керимов С.Г., Ахундов А.Т. Взаимодействие пользователя и инженера знаний с динамической диагностической экспертной системой / Информационные технологии - 2004. - №8. - С. 31.

УДК 621.7

### **ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ИГРОВЫХ ТРЕНАЖЕРОВ**

**Мартусевич Е.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Буинцев В.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [nvkgz\\_science@mail.ru](mailto:nvkgz_science@mail.ru)*

Технологические процессы отличаются сложностью и не допускают отклонений. Так, отступление от установленной технологии может привести к снижению качества продукции, повышению её себестоимости, увеличению аварийности производства. Для минимизации влияния человеческого фактора на производственные технологии, необходимо повышать уровень квалификации промышленных кадров, посредством применения компьютерных обучающих тренажеров. Реализация данного предложения возможна благодаря современным программным средствам разработки.

Ключевые слова: технологический процесс, цель обучения, критерий обучения, тренажёр, эффективность, моделирование, функциональная структура, информация, программная реализация, амбивалентность.

Проектирование компьютерных тренажёров обусловлено тенденциями настоящего времени. Во-первых, постоянное усложнение технологических процессов и появление новых информационно-управляющих систем диктуют потребность в повышении квалификации персонала промышленных предприятий. Во-вторых, развитие информационных технологий и средств разработки предоставляют широкие возможности по созданию новых программных продуктов, превосходящих по своей эффективности другие средства и формы обучения, исключая взаимодействия с опасными объектами [1].

При разработке тренажерных комплексов необходимо определить назначение и цели программного продукта. Одной из основных задач тренажёра является передача обучаемому необходимого объёма информации о производстве. Многократные тренировки на компьютерном тренажере обеспечивают выработку практических знаний, навыков и умений. Критерием обученности является достижение заданных значений критерия эффективности управления, с помощью правильного выбора управляющих воздействий на технологический объект, в условиях влияния возмущающих воздействий и помех за минимально возможное время процесса управления и количество операций.

Ключевым звеном применения любой технологии является достижение необходимого конечного результата. Для получения более качественного результата можно использовать игровые технологии разработки программ [2].

На рисунке 1 представлена функциональная схема технологического тренажёра.

Последние игровые технологии связаны с новой формой взаимодействия объекта и субъекта. Объект - тренажерный комплекс, субъект - обучающийся человек (индивид). Данная связь образует человеко-машинное взаимодействие. Дополнение этой связи прослойкой-интерфейсом в игровой форме позволяет улучшить процесс усвоения материала, через доступные, запоминающиеся образы.

Для того чтобы тренажер мог позиционироваться как игровой комплекс требуется наличие следующих структурных элементов:

- определение роли обучающегося человека в процессе игры;
- предопределение сюжета игры;
- установление ограничений (правил) игры, подобных реальным технологическим процессам;
- проявление чувственно - эмоциональных черт индивида. Верно скорординированные действия обучающегося человека, способствуют получению положительных эмоций во время игрового процесса [3].

Многие исследователи, такие как Ю.М. Лотман, С.Л. Рубинштейн и др. выделяют амбивалентность, как главное свойство игрового процесса. Амбивалентность - свойство игры, позволяющее одновременно применить условную и реальную модель поведения к обучающемуся индивиду. Условная модель поведения заключается в виртуальных управляющих воздействиях, а реальная модель скрывается под настоящими мыслями и чувствами человека, который взаимодействует с программой. Условность игровых отношений

открывает суть личности человека и создает благоприятный эмоциональный личностный настрой, позволяя, без пагубных последствий реализовывать его собственный потенциал [4].

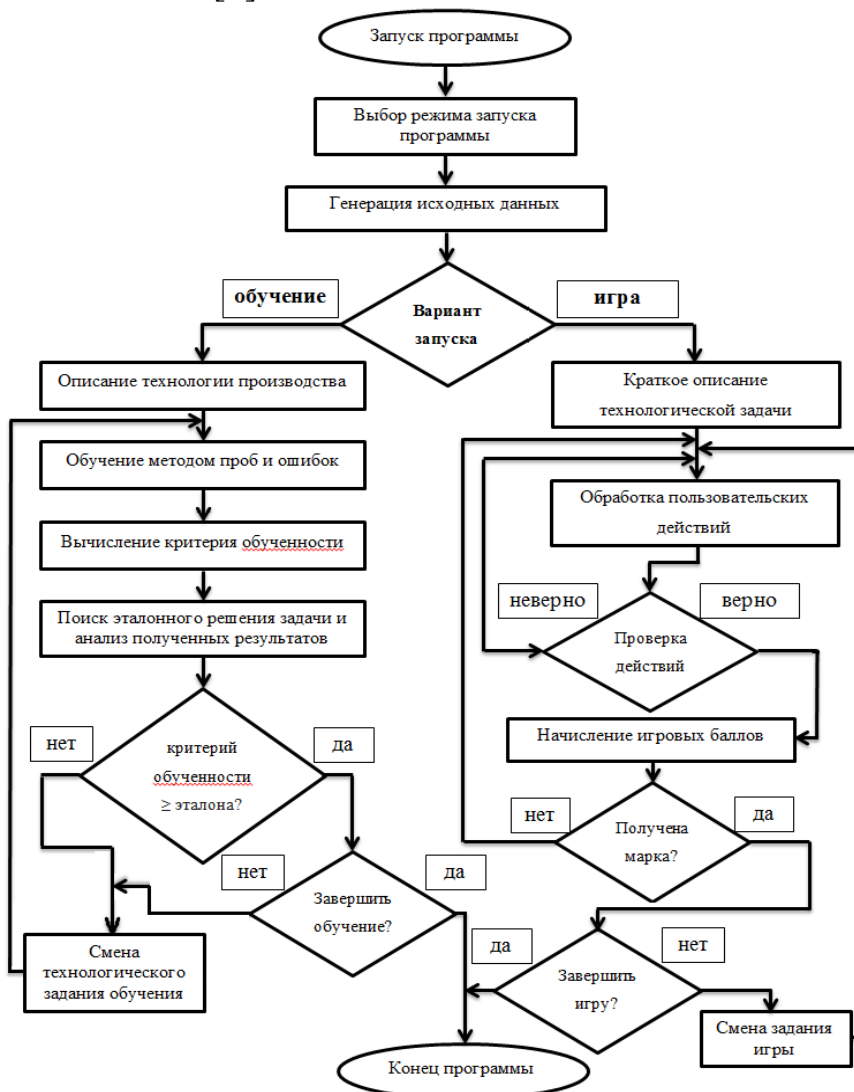


Рисунок 1 – Функциональная схема технологического тренажера

В связи с этим формируются дополнительные требования к тренажеру:

- модель объекта должна отражать физические законы, с учётом помех;
- имитирование свойств объекта, возмущений и помех должно иметь заданную точность;
- по запросу обучаемого тренажер должен выдавать рекомендации (подсказки);
- тренажер должен иметь игровой анимированный режим и интерфейс;
- игровой режим должен иметь бальную систему оценки действий обучаемого, включая поощрительные баллы.

Таким образом, можно отметить, что разработка тренажёров, их информационной и программной составляющей позволяют существенно повысить экономическую выгоду за счёт их использования, улучшить качество обучения промышленного персонала, а также способствует признанию по-

лезности компьютерного тренинга [5].

#### Библиографический список

1. Компьютерный тренажер [Электронный ресурс]: профессиональное применение. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://nauchforum.ru/node/1231> - 08.12.2016 – Загл. с экрана.

2. Повышение эффективности обучения операторов технологических процессов [Электронный ресурс]: база компьютерных тренажеров – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://brstu.ru/static/unit/journal\\_smt/docs/number11/106-114.pdf](http://brstu.ru/static/unit/journal_smt/docs/number11/106-114.pdf) - 10.12.2016 – Загл. с экрана.

3. Разработка структуры учебной информации [Электронный ресурс]: наглядное представление информации – Электрон. дан. – Режим доступа: [http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava\\_8\\_3.html](http://www2.asu.ru/cppkp/index.files/ucheb.files/innov/Part2/ch8/glava_8_3.html) - 11.12.2016 – Загл. с экрана.

4. Игровые технологии как вид педагогических технологий [Электронный ресурс]: игровые технологии - Электрон. дан. – Режим доступа: <http://moluch.ru/conf/ped/archive/19/1084/> – - 12.12.2016 – Загл. с экрана.

5. Компьютерные тренажеры в обучении персонала [Электронный ресурс]: Значение компьютерных систем обучения – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://sstu.syzran.ru/epa/docs/ITiOvNGO/4.3.pdf> - 15.12.2016 – Загл. с экрана.

УДК 681.536.5

### **ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОБЪЕКТА С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ**

**Золин И.А., Золин К.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, дорцент Андрианов О.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Рассматриваются проблемы, связанные с измерением температуры объектов с распределёнными параметрами.

Ключевые слова: температура, распределенный параметр, измерения.

Достоверность оценки температуры заготовки требует учитывать распределение температуры в пространстве нагревательной печи.

На сегодняшний день эффективным аппаратом для решения этого вопроса может служить современная структурная теория распределенных систем. Инструментом моделирования распределенных систем являются вложенные циклы. По крайней мере – двойные: внутри цикла «по времени», находится цикл «по пространству» [1].

*Объект с распределенным параметром* – объект, который характери-

зуются некоторым параметром, различным по своим значениям в различных пространственных точках объекта [2].

*Система управления с распределенными параметрами* – система, состояние которой определяется функциями нескольких независимых переменных, как правило, зависящих не только от времени, но и от пространственных координат объекта управления [2].

*Температура* – физическая величина, характеризующая состояние термодинамического равновесия системы и пропорциональная средней кинетической энергии молекул системы (тела) [3].

Процесс нагрева характеризуется двумя основными параметрами: температурой и скоростью нагрева. Температурой заготовки считают конечную температуру поверхности заготовки, которая соответствует её равномерному прогреву по всему сечению и длине [4].

Факторы, которые влияют на точность измерения температуры объекта:

1. Неравномерность распределения температуры в пространстве нагревательной печи.
2. Неравномерность распределения температуры в объёме заготовки.
3. Результатом измерения является не температура объекта, а степень нагретости чувствительного элемента средства измерения.

Из сказанного следует, что результат измерения температуры может существенно отличаться от температуры объекта.

Для исследования распределения температуры и его влияния на качество автоматического регулирования была разработана автоматизированная лабораторная установка в виде физической модели нагревательной камеры и автоматизированной управляющей системы.

Модель внутреннего пространства нагревательной печи представляет собой коробку из пластика, внутри которой находятся 10 цифровых датчиков. На стенке коробки установлено нагревательное устройство, с помощью которого внутрь нагревательной камеры подается горячий воздух. В качестве нагревательного элемента была использована нагревательная спираль и вентилятор. Техническая структура автоматизированной учебно-исследовательской лабораторной установки представлена на рисунке 1.

Автоматизированная лабораторная установка предназначена для:

- синтеза и анализа алгоритмов регулирования с распределенными параметрами;
- регулирования температуры нагревательной камеры;
- изучения процесса нагрева и совершенствования технологии нагрева;
- решения задач контроля температуры объекта с распределенными параметрами.

Исследования объекта с распределенной температурой, позволяет более точно определить характер распределения температуры, что позволяет повысить достоверность измерений температуры технологического объекта, а значит улучшить качество регулирования.

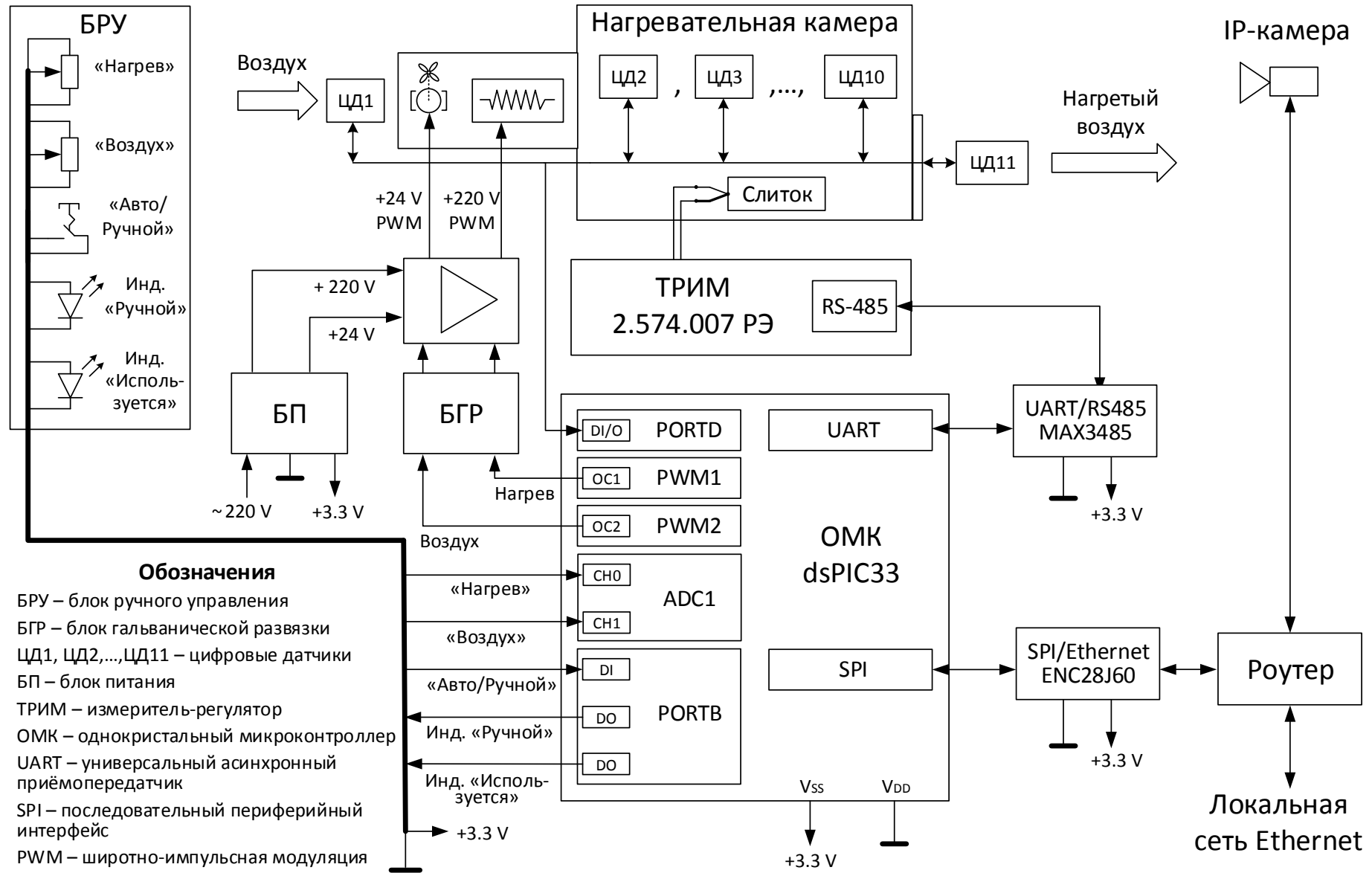


Рисунок 1 – Техническая структура АУИК «Нагрев»

## Библиографический список

1. Бутковский А.Г. Структурная теория распределенных систем: / А.Г. Бутковский. – М.: «Наука» – 1977.– 320 с.
2. Бутковский А.Г. Методы управления системами с распределенными параметрами: [Монография]/ А.Г. Бутковский. – М.: «Наука» – 1975.– 568 с.
3. Лукашкин В.Г. Автоматизация измерений, контроля и управления: [Справочное пособие]/ В.Г. Лукашкин, В.К. Гарипов, В.В. Слепцов, А.В. Вишнеков. – М.: Машиностроение-1 – 2006.– 663 с.
4. Режим нагрева заготовок: [Электронный ресурс]: Пружинно-навивочный завод (ЧПНЗ) – Режим доступа: <http://www.chelmash.com/files/pressa/15.htm>.

УДК 004.9

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОБЪЕМОВ ПРОДАЖ СЕТИ МАГАЗИНОВ**

**Кораблин Р.А.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.,  
канд. техн. наук, доцент Огнев С.П.**

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

Планирование и прогнозирование являются неотъемлемой частью деятельности предприятия. Несмотря на то что, начиная с 90-х годов прошлого века, появилось большое количество новых методов прогнозирования с использованием, например, нейронных сетей и генетических алгоритмов, статистические методы не потеряли своей актуальности и успешно используются при прогнозировании объемов продаж, потребительского спроса, при анализе и оценке эффективности использования имеющихся ресурсов, контроле и управлении запасами.

Ключевые слова: прогнозирование, объем продаж, тренд, ошибка прогноза, сезонность.

В работе представлена система прогнозирования месячных объемов продаж сети магазинов кондитерских изделий. По требованию заказчика система должна позволять получать помесечный прогноз для каждого магазина отдельно на полгода вперед от текущего месяца.

Пример реализации месячных объемах продаж с момента открытия торговой точки представлена на рисунке 1.

Так как ряд данных ( $x_1, x_2, \dots, x_l, \dots, x_L$ ) имеет линейно-аддитивный тренд с ярко выраженной сезонной составляющей, то в качестве прогности-



ческой модели выбрана сезонно-декомпозиционная модель Холта-Винтера [1]. Оценки стационарно-линейного и сезонного факторов для нее рассчитываются отдельно, а прогноз на  $\tau$  моментов времени вперед  $\hat{x}_{\ell+\tau}$  строится из трех элементов: суммируются оценка линейного роста  $b_\ell$  и оценка стационарного фактора  $\tilde{x}_\ell$  на момент времени  $\ell$ , полученная сумма для учета сезонности умножается на соответствующее значение коэффициента сезонности  $F_{\ell-L+\tau}$ :

$$\hat{x}_{\ell+\tau} = (\tilde{x}_\ell + b_\ell \tau) \cdot F_{\ell-L+\tau}. \quad (1)$$

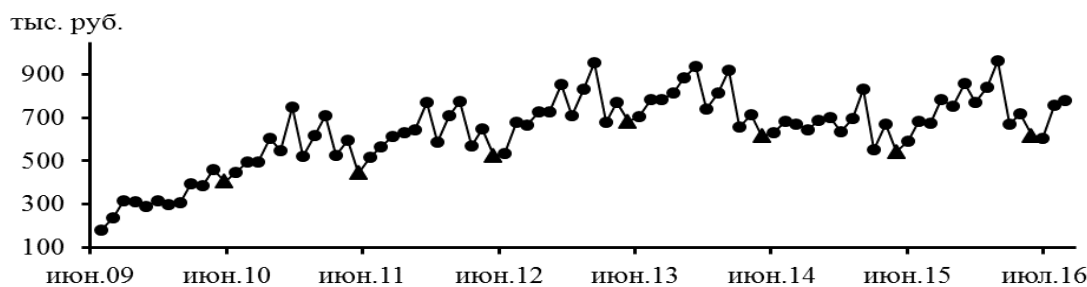


Рисунок 1 – Пример реализации месячных объемов продаж

Оценки стационарного фактора  $\tilde{x}_\ell$ , линейного роста  $b_\ell$  и коэффициента сезонности  $F_\ell$  на момент времени  $\ell$  рассчитываются по формулам:

$$\tilde{x}_\ell = A \frac{x_\ell}{F_{\ell-L_c}} + (1-A)(\tilde{x}_{\ell-1} + b_{\ell-1}), \quad (2)$$

$$b_\ell = B(\tilde{x}_\ell - \tilde{x}_{\ell-1}) + (1-B)b_{\ell-1} \quad (3)$$

$$F_\ell = C \frac{x_\ell}{\tilde{x}_\ell} + (1-C)F_{\ell-L_c}, \quad (4)$$

где  $x_\ell$  – значение  $\ell$ -го элемента ряда данных;

$A, B, C$  – настроечные коэффициенты, изменяющиеся от 0 до 1;

$L_c$  – длина сезонного цикла (12 месяцев).

По результатам вычислительных экспериментов с вариантносью по алгоритмам оптимизации, размерам обучающей и контрольной выборок был выбран следующий алгоритм получения месячных прогнозных значений  $\hat{x}_{\ell+\tau}$  при  $\tau=1, 2, \dots, 6$ . По формуле (1) на каждом этапе рассчитывается значение  $\hat{x}_{\ell+1}$ , которое затем подставляется в формулы (2) – (4) в качестве фактического значения для нахождения  $\hat{x}_{\ell+2}$  и т.д. до получения  $\hat{x}_{\ell+6}$ .

Для настройки параметров прогностической модели  $A, B, C$ , обеспечивающих минимум ошибки прогноза, был выбран алгоритм оптимизации **BOBYQA** (**B**ound **O**ptimization **BY** **Q**uadratic **A**pproximation). Этот алгоритм является итеративным численным алгоритмом, не требует вычисления производных и обеспечивает нахождение минимума функции с учетом верхних и нижних границ значений параметров.

В результате на обучающей выборке ошибка прогноза была получена порядка 14%, а на контрольной она не превышала 8%.

По требованию заказчика исходные данные для прогноза вводятся в систему из файла Excel, который может содержать ряды данных об объеме продаж любого количества торговых точек (ограничением является количество колонок рабочего листа Excel). Прогнозные значения месячных объемов продаж рассчитываются для каждой торговой точки на ближайшие 6 месяцев отдельно с определением своих оптимальных значений коэффициентов прогностической модели, обеспечивающих минимизацию ошибки прогноза и учитывающих специфику магазина, и выводятся в специальный файл Excel. При появлении каждого нового фактического значения оно вносится в файл с входными данными, после чего вновь производится расчет прогнозных значений на 6 месяцев.

Система прогнозирования реализована на языке Java версии 8. Для решения задачи оптимизации с использованием алгоритма BOBYQA, в проект была включена специализированная библиотека Apache Commons Math [2]. Организации механизмов чтения и записи данных в формате XLS осуществляется с помощью библиотеки Apache POI [3], предоставляющей необходимые программные интерфейсы и их реализации. Графический интерфейс программного решения построен с использованием платформы JavaFX 8 [4], входящей в состав JDK 8. С целью упрощения процесса создания оконных форм применен специализированный графический конструктор интерфейсов JavaFX Scene Builder 2 [4].

Чтобы обеспечить поддержку системы и возможность ее доработки и расширения для ключевых механизмов программного решения, таких как оптимизация, чтение и запись в формате Excel на основе библиотеки для модульного тестирования JUnit реализованы тесты. В качестве системы автоматизированной сборки использован Apache Maven 3 [5].

Разработанная система прогнозирования объемов продаж является кроссплатформенной и ее работоспособность протестирована на ОС Windows XP, 7, 8 10; Ubuntu Linux 16.04. По умолчанию система требует наличия установленной среды выполнения Java на компьютере конечного пользователя. Для удобства заказчика под семейство Windows подготовлена переносимая сборка, включающая в себя 32-битную версию среды выполнения и не требующая ее установки.

После тестовой эксплуатации с декабря 2016 года система прогнозирования месячных объемов продаж сети магазинов введена в промышленную эксплуатацию.

#### Библиографический список

1. Льюис К.Д. Методы прогнозирования экономических показателей / К.Д. Льюис. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 133 с.
2. Commons Math: The Apache Commons Mathematics Library [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://commons.apache.org/proper/commons->

math. – Загл. с экрана. – 25.02.2017.

3. Apache POI – the Java API for Microsoft Documents [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://poi.apache.org>. – Загл. с экрана. – 25.02.2017.

4. JavaFX: Getting Started with JavaFX [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://docs.oracle.com/javase/8/javafx/get-started-tutorial/>. – Загл. с экрана. – 25.02.2017.

5. Apache Maven Project [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://maven.apache.org>. – Загл. с экрана. – 25.02.2017.

УДК 622.6

## **ВВЕДЕНИЕ В ПРОБЛЕМУ АРХИТЕКТУРЫ IOS ПРИЛОЖЕНИЙ**

**Петрачков С.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Красноперов С.Ю.**

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

В статье рассматривается проблематика архитектуры мобильных iOS приложений, а также основные подходы к проектированию архитектуры. Кратко рассмотрены слои ответственности в основных архитектурных шаблонах, приведены рисунки, иллюстрирующие разницу в реализации архитектурного шаблона для целевых платформ. Затронуто понятие VIPER.

Ключевые слова: шаблоны проектирования, архитектура приложения, программирование, разработка под iOS, мобильная разработка.

За относительно недолгую, но насыщенную историю программирования были выведены несколько принципиальных архитектурных шаблонов проектирования приложений - MVC, MVP, MVVM и позднее присоединившийся к ним VIPER. Все они говорят об одном и том же, отличаясь друг от друга некоторыми нюансами взаимодействия структурных частей между собой. Общая направленность этих паттернов такова, что в любых приложениях, построенных по данным моделям должно обеспечиваться разделение данных и бизнес-логики от графического интерфейса [1].

Так, M(Model) в MVC-MVP-MVVM и E(Entity) в VIPER являются слоем «Модель». V (View) во всех подходах отвечает за слой графического интерфейса. Далее идет разделение. В MVC C-Controller, его аналог у MVP - P-Presenter, VM - ViewModel у MVVM. Эти слои отвечают за одно - связь UI и модели приложения. У VIPER все несколько сложнее, там выделяются несколько дополнительных ролей, происходит своего рода декомпозиция контроллера и модели на Interactor, Presenter, Router.

Принято считать, что соблюдение таких паттернов обеспечивает хорошую архитектуру приложения: распределение обязанностей, тестируемость, простота обслуживания.

Распределение обязанностей отражает принцип Single responsibility, который можно грубо описать в нескольких словах: каждая сущность должна отвечать ровно за один функционал, т.е. Не должно быть божественных объектов, которые отвечают за, например, парсинг и хранение данных, роутинг внутри приложения, анимации и т.д.

Высокая тестируемость может быть обеспечена только при четком соблюдении вышеизложенного принципа и при разбиении проекта на модули.

Простота обслуживания не требует комментариев. Чем проще, тем понятнее написан код, тем дешевле его потом обслуживать. Это не значит, что не нужно писать сложный код, это значит, что не должно в нем оставаться неочевидных проблемных вещей, которые придется потом долго и вдумчиво разбирать, чтобы понять, что сломается, если будет изменена одна строчка. Также должна быть документация на проект.

С 80-х годов в эпоху развития языка C и SmallTalk разработчики начали выделять архитектурный шаблон MVC, призванный разделить любое приложение на слои ответственностей. Шаблон MVC используется повсеместно и в наши дни. В частности iOS разработчики сталкиваются с ним ежедневно. Даже вся инфраструктура разработки (официальная документация Apple, среда разработки Apple и др) поощряет использование MVC архитектуры.

MVC классический (рисунок 1) отличается от Cocoa MVC (рисунки 2, 3).

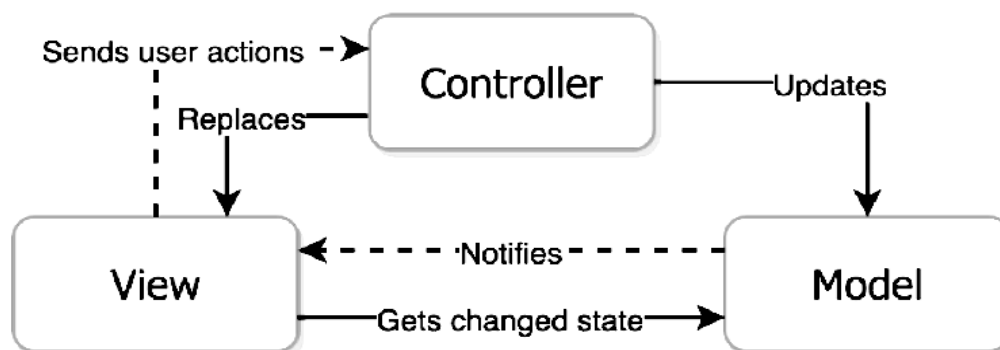


Рисунок 1 - Классический MVC

Такой MVC можно видеть в вебе. Фатальный недостаток - сущности знают друг о друге. Переиспользуемость практически невозможна.

Как видно из рисунка 2, у Apple были вполне благие намерения, они разорвали связь между View и Model. Но по факту, Apple перешла к архитектуре, которую можно видеть на рисунке 3.

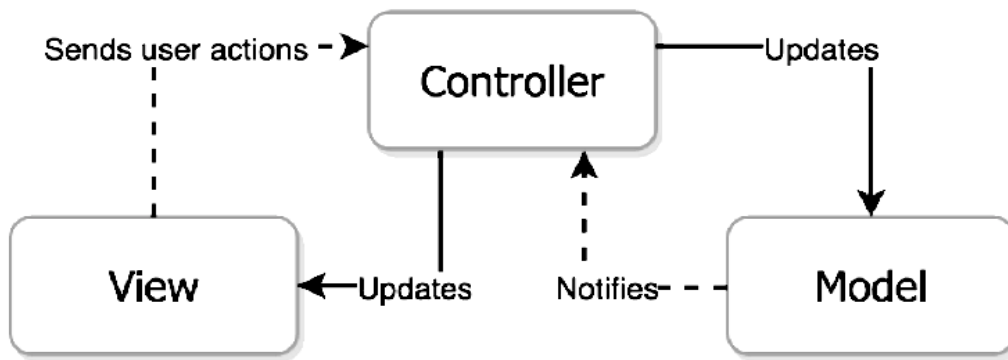


Рисунок 2 - Cocoa MVC от Apple

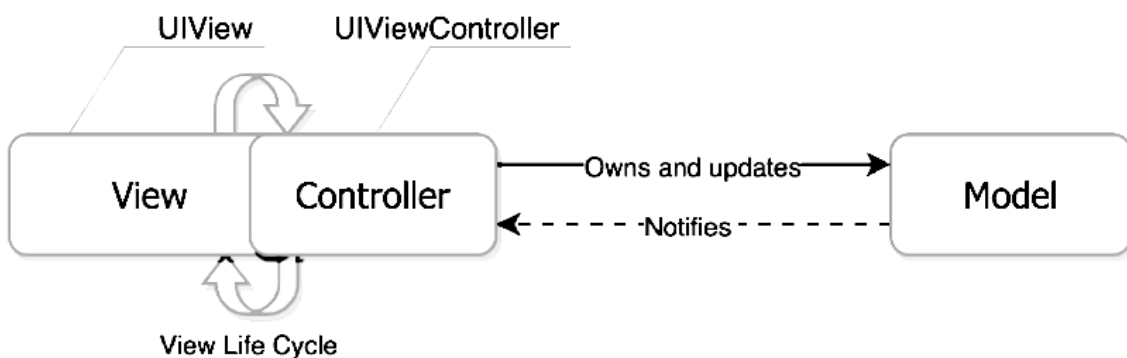


Рисунок 3 - Реальная архитектура iOS/macOS приложений

Таким образом из Model - View - Controller получился Massive View Controller [2]. Проблему данной архитектуры призван решить шаблон VIPER - сравнительно молодой подход. В русскоязычном сообществе его популяризацией занимается компания Rambler, Badoo, ООО Актоника и другие. На рисунке 4 показана схема архитектуры VIPER.

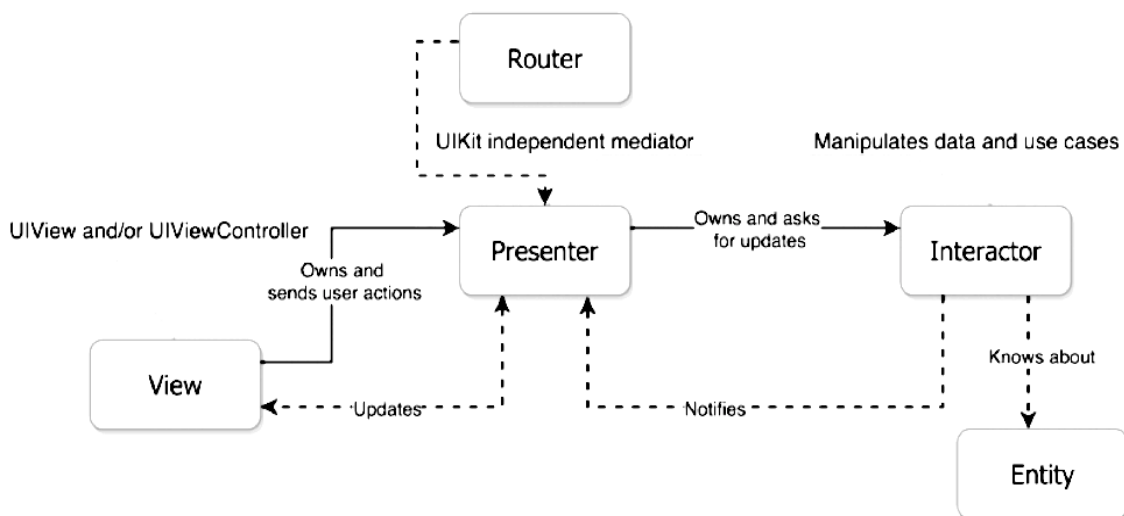


Рисунок 4 – Схема архитектуры VIPER

## Библиографический список

1. Verbraeck A. Designing mobile service systems. – Amsterdam: IOS Press, 2007. – 249 p.
2. Fling B. Mobile design and development: practical concepts and techniques for creating mobile sites and web apps. – O'Reilly Media, 2009. – 336 p.

УДК 378:004

### **РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЗЫВА НА РАБОТУ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ В СИСТЕМЕ «MOODLE»**

**Раецкий А.Д., Шлянин С.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ермакова Л.А.**

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

Работа посвящена созданию расширения к системе управления обучением «Moodle», позволяющему создать файл с отзывом преподавателя на выполненную работу обучающегося. Файл отзыва формируется автоматически на основе комментария преподавателя, введенного на форме оценивания работы студента в системе «Moodle».

Ключевые слова: отзыв, рецензия, система управления обучением, Moodle, плагин, электронная информационно-образовательная среда.

В федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования (ФГОС ВО 3+) выдвинуты требования к электронной информационно-образовательной среде (ЭИОС), в том числе «... формирование электронного портфолио обучающегося, в том числе сохранение работ обучающегося, рецензий и оценок на эти работы со стороны любых участников образовательного процесса» [1]. В соответствии с данным требованием в портфолио должна сохраняться рецензия (отзыв) преподавателя на выполненную работу обучающегося.

В Сибирском государственном индустриальном университете в качестве системы, обеспечивающей реализацию учебного процесса с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, используется система управления обучением Moodle [2-3]. Moodle является системой с открытым исходным кодом (распространяется по лицензии GNU GPL), что позволяет сторонним разработчикам создавать различные типы дополнительных модулей (плагинов). Ранее в Сибирском государственном индустриальном университете уже была реализована информационная система по формированию электронного портфолио обучающегося в виде модуля блока к системе Moodle [4]. Одной из ключевых особенностей

разработанной информационной системы является то, что она осуществляет автоматический импорт всех выполненных работ обучающегося из системы Moodle в его портфолио, с сохранением рецензии и оценки преподавателя.

Для размещения отзыва преподавателя на выполненное задание студента в системе Moodle предусмотрено два модуля: отзыв в виде комментария и отзыв в виде файла. Отзыв в виде комментария предполагает написание простого комментария на форме оценивания работы обучающегося. Отзыв в виде файла предполагает, что преподаватель прикрепляет файл с рецензией на выполненное задание студента.

В Сибирском государственном индустриальном университете разработана типовая форма отзыва при оценивании работ обучающихся, которая содержит ряд обязательных полей, таких как Ф.И.О. и группа студента, Ф.И.О. преподавателя, название дисциплины, вид задания и оценка. Поэтому использование отзыва в виде комментария, позволяющего преподавателю применять механизм «быстрого оценивания» в системе Moodle и тратить меньше времени на оценивание работ, стало невозможным. В результате было принято решение разработать собственный модуль создания отзыва на работу обучающегося, который совместил бы в себе особенности отзыва в виде комментария и файла. Разрабатываемое расширение должно позволять формировать файл-рецензию на основании комментария, вводимого преподавателем на форме оценивания работы студента и автоматически формировать и заполнять все обязательные поля.

При реализации данного модуля необходимо использовать интерфейс программирования приложений API Moodle [5]. Структура файлов в директории плагина отзыва аналогична другим типам модулей для системы Moodle. В файле `locallib.php` определен весь основной функционал разрабатываемого расширения в виде определения класса, наследуемого от `assign_feedback_plugin`. Ниже перечислены некоторые из методов данного класса:

- `get_name()` – возвращает название типа отзыва;
- `get_form_elements_for_user()` – добавляет элементы для размещения отзыва на форме оценивания задания;
- `is_feedback_modified()` – проверяет, был ли изменен отзыв преподавателем;
- `save()` – сохраняет отзыв преподавателя на работу обучающегося;
- `supports_quickgrading()` – определяет, поддерживает ли тип отзыва механизм быстрого оценивания;
- `get_quickgrading_html()` – возвращает html-разметку для быстрого оценивания;
- `is_quickgrading_modified()` – проверяет, был ли изменен отзыв преподавателем при использовании быстрого оценивания;
- `save_quickgrading_changes()` – сохраняет отзыв преподавателя на работу обучающегося при использовании быстрого оценивания;

- `get_settings()` – возвращает настройки плагина, связанные с элементом «Задание»;
- `save_settings()` – сохраняет настройки плагина, связанные с элементом задание;
- `view()` – возвращает обучающемуся html-разметку с отзывом преподавателя;
- `is_empty()` – проверяет отзыв на пустоту.

В результате работы данного плагина на основе комментария с рецензией преподавателя формируется файл с отзывом, пример которого представлен на рисунке 1. В дальнейшем данный файл автоматически загружается в портфолио студента.

ОТЗЫВ НА ЗАДАНИЕ «РГР ВЕКТОРНАЯ АЛГЕБРА ДЛЯ СПО» ПО ДИСЦИПЛИНЕ «МАТЕМАТИКА»	
Ф.И.О обучающегося	Булгакова Наталья Геннадьевна
Группа	ЭДСПО-15
Преподаватель	Раецкий Александр Денисович
Оценка	Зачтено
<b>ОТЗЫВ</b>	
<p>Это пример автоматически формируемого файла-отзыва на выполненное задание обучающегося. Можно использовать стилевое оформление текста: <i>курсив</i>, <b>жирный</b>, <u>подчеркивание</u>, <del>зачеркивание</del>, подстрочный индекс, надстрочный индекс и другое.</p> <p>Поддерживаются перечисления:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. первый;</li> <li>2. второй;</li> <li>3. третий.</li> </ol> <p>Есть возможность использовать математические формулы:</p> $\sum 1, 2 + \{5\} * 10$ <p>В случае необходимости вставки в отзыв какого-либо изображения, следует использовать сторонние ресурсы для размещения картинок и ссылаться на них посредством <u>гиперссылок</u>.</p> <p style="text-align: right;"><i>Дата отзыва: 2 сен 2016</i></p>	

Название дисциплины можно скорректировать в настройках отзыва

Данный отзыв является HTML-файлом и открывается в браузере

Рисунок 1 – Пример формируемого файла с отзывом

Таким образом, был реализован дополнительный модуль к системе управления обучением Moodle, который позволил упростить работу преподавателя по размещению отзыва на работу обучающегося. Разработанное расширение автоматически формирует файл-рецензию на основе комментария, вводимого преподавателем на форме оценивания выполненного задания обучающегося, а также совместимо с механизмом быстрого оценивания.

#### Библиографический список

1. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4] – Загл. с экрана (дата обращения: 04.05.2017).



2. Ермакова Л.А. Построение единой информационно-образовательной среды университета // Информационные технологии. Проблемы и решения : материалы международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – Т. 1. - С. 151-155.

3. Гусев М. М. Автоматизация процесса регистрации пользователей в LMS MOODLE // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк 2016 г.- Т4 –С 195-197.

4. Раецкий А.Д., Шлянин С.А., Ермакова Л.А. Разработка плагина «Портфолио СибГИУ» для системы управления обучением «Moodle» // Кибернетика и программирование. – 2016. - № 2. - С.52-61. DOI: 10.7256/2306-4196.2016.2.18016. URL: [http://e-notabene.ru/kp/article\\_18016.html](http://e-notabene.ru/kp/article_18016.html).

5. MoodleDocs [Электронный ресурс] – Режим доступа – [[https:// docs.moodle.org/dev/Main\\_Page](https://docs.moodle.org/dev/Main_Page)] – Загл. с экрана (дата обращения: 04.05.2017).

УДК 613.287:519.81

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ НАСЕЛЕНИЕМ**

**Билученко С.С.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Корягин М.Е.**

*Кемеровский ГСХИ,*

*г. Кемерово, e-mail: biluchenko@mail.ru*

Здоровье населения страны – индикатором развития общества. Поэтому решение вопросов связанных с повышением уровня здоровья одна из главных задач государства. На состояние здоровья влияет множество факторов: экология, здравоохранение, социальные и бытовые условия, культура потребления продуктов питания.

Ключевые слова: теория принятия решений, государственная политика, рынок молочной продукции.

Потребление определенных продуктов питания является одним из основными факторов здоровья населения, поэтому управление потреблением является важной государственной задачей [1]. Здоровье населения влияет на экономическую эффективность каждого гражданина в отдельности, как экономической единицы, которая в свою очередь влияет на ВВП.

Здоровый сотрудник будет более эффективно выполнять работу, принося прибыль владельцу предприятия и увеличивая тем самым объем продуктов или услуг, произведенных в стране. В случае болезни, помимо недополученной прибыли, у государства в целом появляется ряд дополнительных затрат – на лечение и оплату больничного листа. Рацион питания напрямую влияет на развитие и профилактику заболеваний. Молочные продукты могут

оказывать разноплановое влияние на организм потребителя. Государственная политики в области экономики направлена на повышение уровня ВВП.

#### *Спрос на молочную продукцию*

Предприниматели, занятые в аграрном секторе, надеются на повышение закупочных цен на сырое молоко, их оппоненты считают, что рост цен на молочную продукцию не поможет его развитию. Проанализировав уровень цен в 2011 по 2014 можно увидеть следующую тенденцию – рост реальной цены (в ценах 2011 года) был отмечен только в 2013 году, после чего цена вернулась к значению 2012-2014 года.

Растущие цены в цепочке «сырьевой продукт – стадия переработки – спрос»: положительны только в том случае, если они сопровождаются повышением платежеспособности потребителей [2], иначе повышение цен на молочную продукцию может сказаться на отрасли отрицательно, предоставляя лишь краткосрочный эффект роста прибыли отрасли, за которым неизбежно последует снижение.

*Заболевания, на которые может повлиять изменения уровня потребления молока.*

Потребление молочных продуктов имеет большое значение для здоровья человека и нации в целом. Поэтому в процессе принятия решений можно выделить два подхода - это поведение домохозяйств [2] и политика государственных властей.

Так, наибольшая заболеваемость характерна для простуды (285 человек/1000), депрессии (100/1000) и т.д. Общая потеря ВВП в связи с наиболее частыми заболеваниями в год, при снижении потребления молочных продуктов может составить до 155 млрд. рублей.

#### *Моделирование принятия решений потребителем*

Спрос домохозяйства на товары определяется рядом факторов: цена товара, его качество и т.д. Наиболее часто для выявления спроса используют функцию полезности. В работе [3] представлена функция полезности Кобба-Дугласа:

$$U = \prod_{i=1}^n q_i^{\beta_i}, \quad (1)$$

где  $n$  - количество товаров,

$q_i$  - спрос на товар  $i$ ,  $\beta_i > 0$  коэффициент эластичности спроса на товар  $i$ .

Существуют и другие способы описания спроса или чувствительности спроса к ценовым изменениям. Например, logit-модель:

$$q_j = \frac{\exp(U_j)}{\sum_{i=1}^n \exp(U_i)} \quad (2)$$

Параметры  $U_j$  функции для модели (2) определяются по результатам обработки статистических данных полученных в результате опросов населения. Недостатками представленных выше моделей является то, что объем потребления молочных продуктов рассматривается как часть рациона питания или даже потребления всех товаров и услуг.

*Функции ущерба при росте потребления молочных продуктов*

С ростом дохода отношение к здоровью меняется, человек может увеличивать потребление продукта и при этом полезность каждой дополнительной единицы снижается.

*Моделирование государственной политики в области потребления молочных продуктов*

Влияние государства на цену посредством субсидий и налогов приводит к изменению спроса населения .

Оптимальное потребление меньше предельного.

Цена молока влияет на объем производства: чем выше цена, тем больше производителей на рынке. Пусть  $c_p$  - цена производства молока. Влияние цены молока на объем производства представим в виде:

$$x = b(c_p)^{\beta}, \quad (3)$$

где  $b$  и  $\beta$  коэффициенты,  $0 \leq \beta \leq 1$ .

Органам власти необходимо максимизировать полезность при потреблении молока населением для эффективной поддержки производителей.

Таким образом, критерий оптимальности потребления молока основанный на (3) и с учетом компенсаций цены производителю выглядит следующим образом:

$$F(c_p, c_c) = (\underline{f} - f_{\min}) \left( 2 \frac{x}{B} - \frac{x^2}{B^2} - 1 \right) - (c_p - c_c)x \rightarrow \max_{c_p, c_c} \quad (4)$$

где  $F$  - экономическая оценка полезности потребления молочных продуктов с точки зрения государства;

$c_p$  - цена производства молока;

$c_c$  - цена потребления молока (за единицу);

$x$  - объем потребления молока населением;

$f_{\min}$  - оптимальный объем потребления нормы ВОЗ, минимальные потери для здоровья;

$f$  - фактические потери для здоровья;

$B$  - максимальный объем потребления.

Как показывает мировая практика, рынок молока и молочной продукции не может эффективно работать без регулирования его со стороны правительства государства. Таким образом, государственное регулирование рынка молока путем поддержки производителей является важным направлением аграрной политики большинства развитых стран. Органам власти необходимо максимизировать полезность при потреблении молока населением за счет

эффективной поддержки производителей.

#### Библиографический список

1. Ловкис, З.В., Франко, Е.П. Здоровье нации в здоровом питании // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2014. – №2 (24). – С.3-8.
2. Andreyeva, T., Long, M.W., Brownell, K.D. (2010). The Impact of Food Prices on Consumption: A Systematic Review of Research on the Price Elasticity of Demand for Food . American Journal of Public Health, 2, 216-222. doi:10.2105/AJPH.2008.151415
3. Kotakorpi, K., Härkänen, T., Pietinen, P., Reinivuo, H., Suoniemi, I., Pirttilä, J. (2011). Cesifo working paper. Category 1: public finance, 11, № 3633.
4. Šredl K., Soukup A. (2011). Consumer's behaviour on food markets. Agricultural Economics, 3, 140–144.
5. Напалкова, А. Идет война молочная // Коммерсантъ Деньги. – 2014. – № 6. – С. 24.
6. Kotakorpi, K., Härkänen, T., Pietinen, P., Reinivuo, H., Suoniemi, I., Pirttilä, J. (2011). Cesifo working paper. Category 1: public finance, 11, № 3633.

### III. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 666.972.125: 658.567.1

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ КЕРАМЗИТОБЕТОНА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВТОРИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ (ВМР)

**Трофимов В.А.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,  
канд. техн. наук, доцент Панов С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В работе изучено влияние органических и минеральных добавок – промышленных отходов на свойства керамзитового заполнителя из некондиционного сырья. Показаны оптимальные составы керамзитовой шихты для получения облегченного заполнителя марки 400...450. Найдена оптимальная температура обжига заполнителя. Получен оптимальный состав для крупнопористого керамзитобетона М50 с применением полученного заполнителя с улучшенными свойствами.

Ключевые слова: керамзит, добавка, шихта, свойства, средняя плотность, марка, состав, исследование, эксперимент.

Керамзит является легким заполнителем, т.к. содержит до 70 % пор. Он относится к экологически чистым материалам, полученный путем обжига и подходит для современного домостроения.

Цель работы: определить влияние добавок в составе керамзитовой шихты из некондиционного сырья на снижение средней плотности заполнителя и подобрать оптимальный состав теплоизоляционного керамзитобетона М50 на основе полученного облегченного заполнителя.

*Результаты оптимизации состава шихты для облегченного керамзита.* Известно, что на основе суглинистого сырья получается керамзит марки 600, 700, который не позволяет получить керамзитобетон с высокими теплозащитными свойствами. Для снижения средней плотности зерна керамзита и повышения пористости заполнителя в качестве добавок в керамзитовую шихту использовано два поверхностно-активных вещества (ПАВ): СДБ и ВНГ, а также минеральная добавка - “Рудные хвосты” Абагурской обогатительной фабрики.

СДБ относится к известным водорастворимым ПАВ. ВНГ - это попутный продукт, образующийся при нефтепереработке, образуется из кислого гудрона, нейтрализованного щелочами КОН, NaOH. Она является пластификатором, одновременно органическим выгорающим веществом и плавнем для обжиговых материалов. Щелочи способствуют спеканию и уплотнению массы за счет заполнения расплавом, что обеспечивает прочность материала. Органические

вещества при обжиге дают поры между тугоплавкими зёрнами. ВНГ является водорастворимым веществом, срок хранения его неограничен, при отрицательных температурах не замерзает, а лишь увеличивает вязкость [1].

Минеральная добавка “Рудные хвосты” - отходы обогащения железистой руды. Эта добавка отличается полиминеральным составом и наряду с легкоплавкими компонентами содержит глинистый минерал. Железистые оксиды при обжиге образуют с глинистыми составляющими легкоплавкие эвтектики. Химический состав отходов обогащения железной руды следующий:  $\text{SiO}_2 = 38,2 \%$ ;  $\text{CaO} = 12,6 \%$ ;  $\text{MgO} = 5,8 \%$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 9,7 \%$ ;  $\text{FeO} = 8,0 \%$ ;  $\text{SO}_3 = 2,8 \%$ ;  $\text{K}_2\text{O} = 2,17 \%$ ;  $\text{MnO} = 0,45 \%$ ;  $\text{TiO}_2 = 0,28 \%$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 11,0 \%$ ; П.П.П. = 7,56 %.

Проведен лабораторный эксперимент по оптимизации керамзитовой шихты из Новокузнецкого суглинка и температуры обжига с использованием трехфакторного эксперимента, методом математического планирования. Графическая зависимость, на которой отражаются факторы влияющие на среднюю плотность гранул керамзита, показана на рисунке 1.

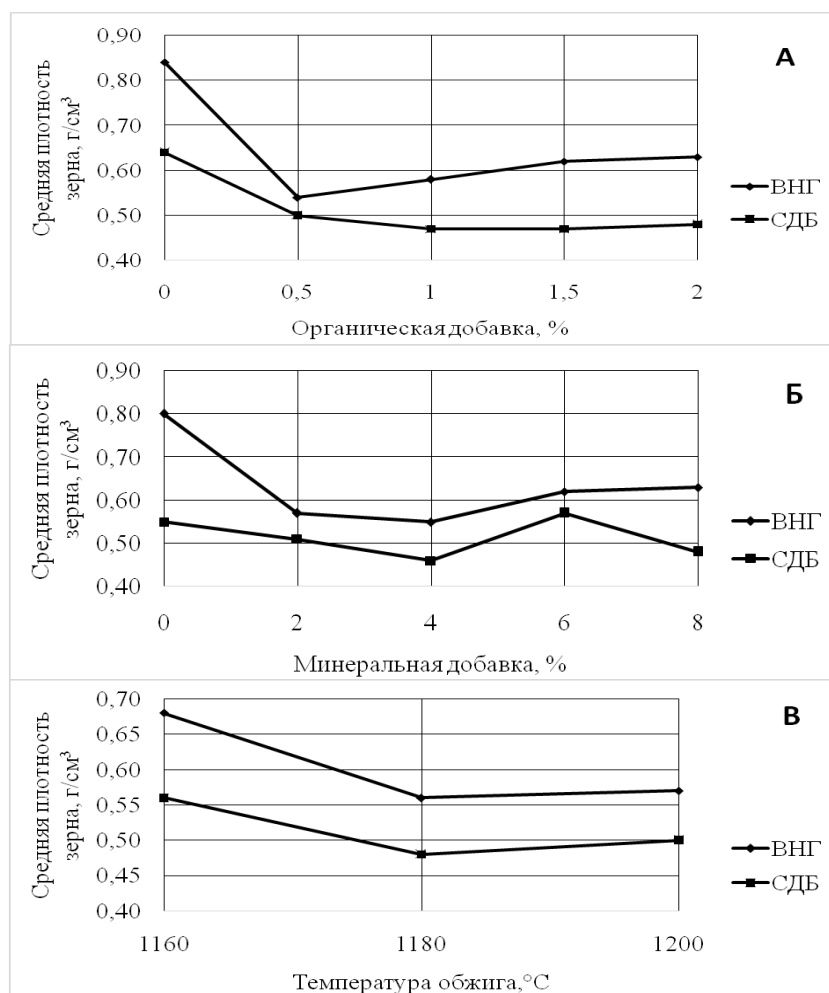


Рисунок 1– Зависимость средней плотности керамзита ( $\gamma$ , г/см<sup>3</sup>) от А – содержания органической добавки–ВНГ и СДБ; Б – содержания минеральной добавки; В – температуры обжига

Получены результаты оптимального количества вводимых в суглинок добавок: органической ВНГ – 0,5 %, СДБ – 1%, минеральной добавки 4 %. Оптимальная температура обжига - 1180°C. Минимальная средняя плотность зерна составляет 0,4...0,5 г/см<sup>3</sup> и соответствует марке керамзита 400...500, без добавок она составляет 0,7...0,8г/см<sup>3</sup>, марка 800. Установлено, что комплекс (ПАВ плюс железистая добавка) дает широкий температурный интервал действия добавок при обжиге керамзитовой шихты, а именно, работает при температуре близкой к пиропластическому состоянию глины, что обеспечивает увеличенную поризацию.

Для получения состава крупнопористого керамзитобетона на основе разработанного легкого керамзита использован цемент марки 400 с нормальной плотностью 26 %, керамзитовый гравий фракции 10...20 мм с насыпной плотностью 400 кг/м<sup>3</sup>, водопоглощением 25 % и пустотностью 40 %. Расчет осуществлен по методике Баженова Ю.М. для крупнопористого керамзитобетона марки по прочности – 50 [2]. Результаты расчета состава бетона следующие: расход цемента 217 кг/м<sup>3</sup>; расход крупного заполнителя принят 1,1 м<sup>3</sup>/м<sup>3</sup> (440 кг/м<sup>3</sup>); расход воды 166,4 л. Получен бетон, средняя плотность которого около 800 кг/м<sup>3</sup>.

Итак, изучено влияние на суглинистое керамзитовое сырье добавок и получено оптимальное количество их расхода: органической ВНГ – 0,5 %, СДБ – 1 %, минеральной добавки – 4 %, которые при оптимальной температуре обжига – 1180 °С позволили снизить среднюю плотность зерна керамзита до 0,4...0,5 г/см<sup>3</sup>, получен заполнитель марки 400...500.

Результаты расчета состава керамзитобетона на 1 м<sup>3</sup> следующие: количество керамзита марки 400 – 440 кг, цемента марки 400 – 217 кг, расход воды – 166,4 л. Получен конструктивно-теплоизоляционный керамзитобетон М50 (В7,5) со средней плотностью 800 кг/м<sup>3</sup>. При использовании керамзита без добавок с насыпной плотностью заполнителя 700...800 кг/м<sup>3</sup> получена средняя плотность бетона 1600 кг/м<sup>3</sup>, т.е. в 2 раза тяжелее разработанного состава крупнопористого керамзитобетона на облегченном заполнителе.

Статья оформлена по методическим рекомендациям [3].

#### Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография/ В.Ф. Панова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009 - 289 с.
2. Баженов Ю.М. Технология бетона: учеб. пособие для технол. спец. строит. вузов. 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 1987. – 415 с.
3. Магистерский семинар.: метод. указ. / Сиб. гос. индустр. ун-т.; сост.: В.Ф. Панова, Ф.Н. Рыжков, И.В. Камбалина - Новокузнецк: изд. Центр СибГИУ, 2015 – 15 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ПЕНОСТЕКЛА КАК ЭФФЕКТИВНОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

**Беседин С.И.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,  
канд. техн. наук, доцент Карпачева А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В работе разработаны оптимальный состав шихты и технология получения пеностекляных блоков, приведен подбор оборудования, описаны основные свойства и характеристики готовых изделий.

Ключевые слова: стеклобой, пеностекло, известняк, технология, средняя плотность, теплопроводность, теплоизоляционный.

Пеностекло как и любой материал имеет свои достоинства и недостатки. Данный материал отличается долговечностью и прочностью по сравнению с традиционными теплоизоляционными изделиями. Отсутствие в составе органических соединений обеспечивает стойкость к биологическим воздействиям. Материал стоек к воздействию влаги и химически агрессивным средам. И наконец, пеностекло является экологически чистым теплоизоляционным материалом. К недостаткам можно отнести высокую себестоимость, малую паропроницаемость, хрупкость [1].

Цель работы: разработать состав и технологию получения пеностекла и изделий из него. Изучить свойства сырья и готовых изделий.

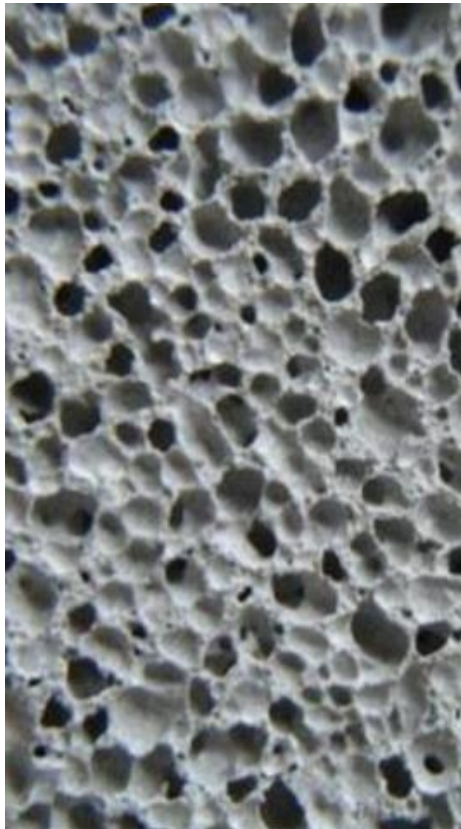
Основным сырьем заложен стеклобой, как бытовой отход, так и отход стеклопроизводства и стекольных изделий. Стеклобой должен быть не загрязненный, допускается небольшое содержание примесей (до 2 %). В качестве порообразующего компонента предложено использовать известняк Гурьевского месторождения (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав известняка Гурьевского месторождения

Состав известняка, %				
CaCO <sub>3</sub>	MgCO <sub>3</sub>	H <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +SiO <sub>2</sub>	Σ
93,5	0,5	3	3	100

При подборке *состава шихты* определено оптимальное соотношение составляющих: стеклобой : известняк = 98% : 2%. Данный состав обеспечивает образование максимального количества пор до 85...90%. Установлено, что поры замкнутые и равномерно распределенные (рисунок 1). Это обеспечивает повышенную теплоизоляцию.





Поры размером 1...4мм; Пористость 85 %

Рисунок 1- Пеностекло – ячеистая структура из замкнутых пор

*Технология производства пеностекольных блоков* включает в себя предварительное дробление компонентов шихты в щековой дробилке СМД-116 до фракции 0,2мм, которые транспортируется по конвейеру в бункера для стеклобоя и известняка [2]. Отдозированные весовыми дозаторами материалы поступают по скребковому конвейеру в шаровую мельницу СМ-456 для измельчения до фракции 0...1мм, а затем транспортируются в вибромельницу СВМ-45\110 где происходит домол до удельной поверхности 250м<sup>2</sup>/кг (2500см<sup>2</sup>/г). Готовая шихта транспортируется в расходный бункер. Из бункера шихта равномерным слоем в 50мм укладывается в передвижные формы размером 1600х500х120мм расположенные на вагонетках, которые отправляются в печь с помощью пневмотолкателя. Технологическая схема производства представлена на рисунке 2. В печи пеностекло проходит 3 стадии термообработки: вспенивание при температуре 850 °С, резкое охлаждение до 610 °С, отжиг с медленным охлаждением до температуры 50 °С. Вышедшие формы с пеностеклом разрезается на блоки нужного размера на форматном станке. Отходы распилки измельчаются в дробилке и отправляются в бункер мелкой поризованной крошки, которая отпускается потребителю как теплоизоляционная засыпка.

Полученные изделия с размерами 475х400х120 мм и массой 4,56 кг имеют следующие характеристики: среднюю плотность( $\gamma$ ) – 200 кг/м<sup>3</sup>, теплопроводность( $\lambda$ ) – 0,04...0,08 Вт/(м·С) при +10 °С, прочность при сжатии –

2,5 Мпа(Рсж), пористость 85 %. К теплоизоляционным изделиям относят изделия с  $\gamma < 600 \text{ кг/м}^3$  и  $\lambda < 0,175 \text{ Вт/(м}\cdot\text{С)}$ . То есть в данном случае получен высокоэффективный теплоизоляционный строительный материал, обладающий достаточной прочностью необходимой для монтажа.

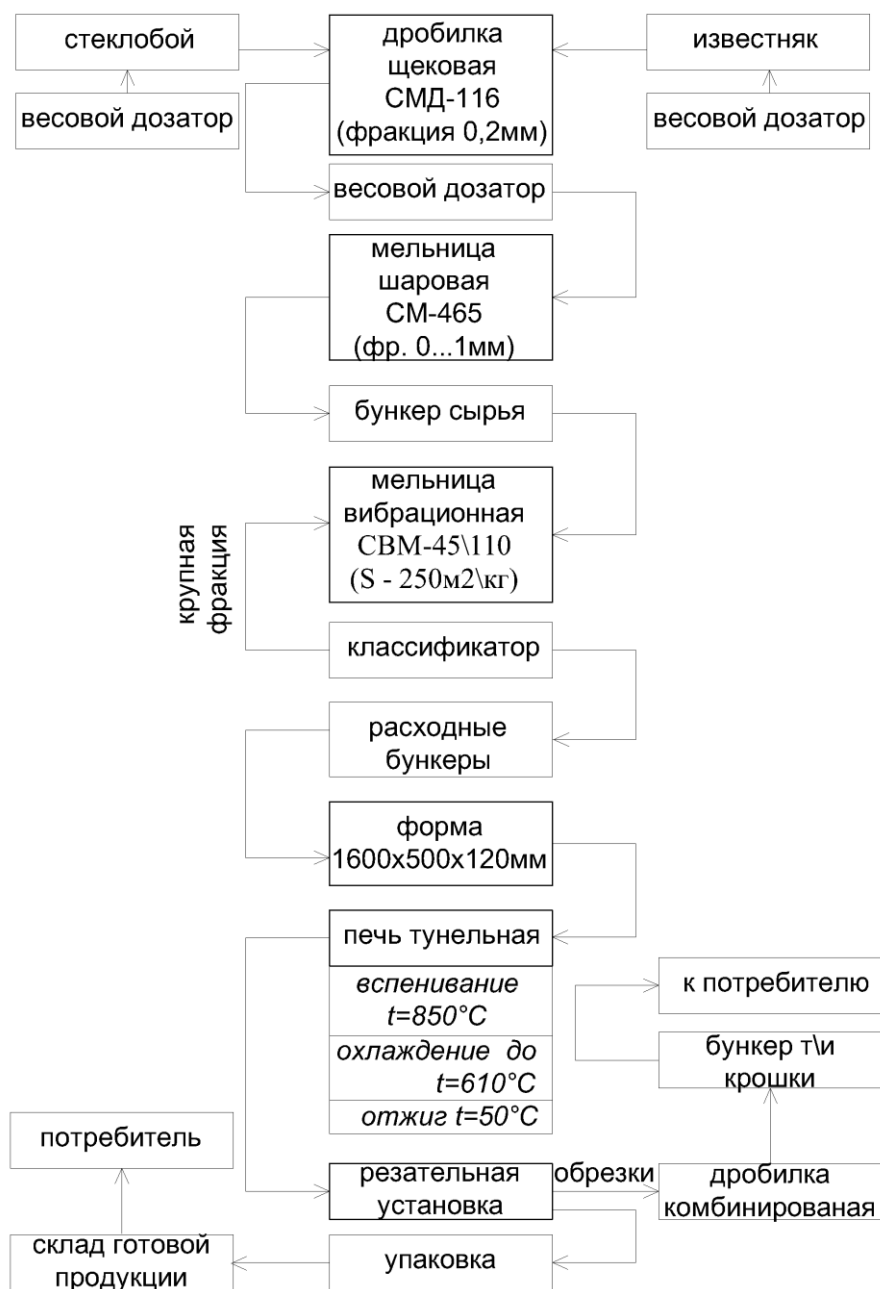


Рисунок 2 - Технологическая схема получения блоков из пеностекла

*Выводы:* Оптимизирован состав шихты для получения пеностекла с содержанием стеклобоя 98 % и известняка 2 %. Основные операции в технологии получения пеностекла являются: вспенивание при температуре 840 °С, резкое охлаждение до 610 °С и отжиг с охлаждением до 50 °С. Полученный массив разрезается на блоки заданных размеров. Разработанный материал относится к высокоэффективным теплоизоляционным материалам. Основ-

ные характеристики:  $R_{сж} = 2,5 \text{ МПа}$ ;  $\lambda = 0,04 \dots 0,08 \text{ Вт/(м}\cdot\text{С)}$  при  $+10 \text{ }^\circ\text{С}$ ;  $\gamma = 200 \text{ кг/м}^3$ ; пористость 85 %; размеры 475x400x120мм; масса 4,56кг.

Статья оформлена по методическим рекомендациям [3].

#### Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / В.Ф. Панова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009 - 289 с.

2. Столбоушкин А.Ю. Технология стеновых материалов и изделий: Метод.указ. по курсовому проектированию / А.Ю. Столбоушкин, С.Ж. Сайбулатов.– Новокузнецк: СибГИУ, 2002. - 41 с., ил

3. Магистерский семинар. метод. указ. / Сиб. гос. индустр. ун-т.; сост.: В.Ф. Панова, Ф.Н. Рыжков, И.В. Камбалина - Новокузнецк: изд. Центр СибГИУ, 2015 – 15 с.

УДК: 666.972.12: [658.567.1: 669.1]

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКИХ ФУНДАМЕНТОВ

**Дывак В.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье приведены основные свойства сырьевых материалов для получения высокопрочного бетона. Даны результаты расчета состава бетона с применением вторичных минеральных ресурсов. В качестве крупного заполнителя рекомендован дробленый доменный шлак, мелкого, состоящего из отработанной формовочной смеси (ОФС) и гранулированного молотого шлака. Разработана технологическая схема производства сейсмостойких фундаментов, работающих по принципу «неваляшки».

Ключевые слова: бетон, сейсмостойкость, фундамент, доменный шлак, отработанная формовочная смесь (ОФС), расчет, состав, свойства, прочность, марка, шлак.

В связи с высокой сейсмической активностью в Кемеровской области требуется повышение прочности возводимых сооружений и конструкций. В качестве фундамента предлагается использовать кинематическую опору, по форме напоминающую игрушку неваляшку (рисунок 1). Фундаменты можно применить под колоны при строительстве жилых сейсмостойких зданий. Основанием опоры служит сферическая поверхность.

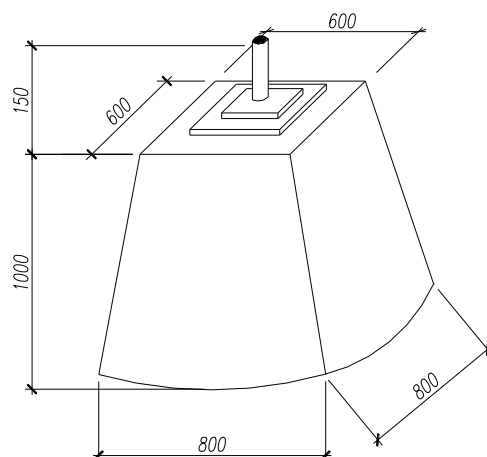


Рисунок 1 - Общий вид кинематической опоры

Для получения высокопрочного бетона запроектировано применить техногенные отходы производства, а именно отход литейного производства - ОФС, а так же дробленый шлак в качестве крупного заполнителя.

Цель работы: Описать свойства составляющих бетона прочной структуры на основе техногенных отходов, рассчитать состав смеси, разработать технологию получения фундамента в виде кинематических опор.

Предложен следующий состав бетонной смеси для фундамента (таблица 1).

Таблица 1 – Состав бетонной смеси

Компоненте	Сырье	Расход на 1 куб
Вяжущее	ЦЕМ I 42,5Н (М500)	370 кг
Крупный заполнитель	Отвальный шлак (фр. 10...20мм)	1383кг
Мелкий заполнитель	ОФС + граншлак=1:1	280кг
Суперпластификатор	С-3	1,2кг
Вода		145л

В качестве крупного заполнителя использован дробленый доменный шлак.

Доменный шлак «ЗСМК» получен путем медленного охлаждения в цехе переработки доменного шлака (ЦПДШ), его предполагается применить, как крупный заполнитель. Он характеризуется плотной структурой, имеет высокую прочность на сжатие до 63 МПа, что удовлетворяет требованию предъявляемые к крупному заполнителю для высокопрочного бетона. Технические требования к заполнителю из доменного шлака регламентирует ГОСТ 5578-94. Основные физико-механические свойства дробленного медленноохлаждённого доменного шлака следующие: истинная плотность – 2900 кг/м<sup>3</sup>; насыпная плотность – 1510 кг/м<sup>3</sup>; межзерноваяпустотность – 15 %; истираемость – 47 %.

Отработанная формовочная смесь - отход «Западно-Сибирского металлургического комбината» («ЗСМК»), представляет собой побочный про-

дукт литейного производства. Основу смеси составляет формовочный песок не менее 96 %, щелочные металлы не более 1,5 %, оксид железа не более 1 %, а также глинистая составляющая не более 2 %. Использование ОФС предусмотрено в качестве мелкого заполнителя для высокопрочного бетона. По результатам отсева выявлено, что ОФС по модулю крупности ( $M_{кр}$ ) относится к мелким пескам,  $M_{кр}=1,26$ . ОФС предусмотрено применить, как мелкий заполнитель бетона в композиции с доменным гранулированным шлаком соотношением 1:1.

#### *Технология производства сейсмостойких фундаментов.*

Весь технологический процесс производства разделяется на 6 рабочих постов. На посту подготовки, формы чистят с помощью пневмоскребка от остатков бетона, смазывают эмульсионной смазкой поверхность форм с помощью пневмоудочки и производят сборку формы. С поста подготовки форму подают на пост армирования при помощи мостового крана, где укладывается арматурный каркас. Подача арматурных каркасов из арматурного цеха на пост армирования осуществляется с помощью электротележки для ввоза арматуры. После армирования форму подают на пост формования, где её устанавливают и закрепляют на виброплощадке (СМЖ-187Г). Подача бетонной смеси осуществляется по бетоновозной эстакаде с помощью раздаточных бункеров (СМЖ-2А), которые доставляют бетонную смесь к бетоноукладчикам (СМЖ-69А). Укладку бетонной смеси в форму осуществляется бетоноукладчиком, емкость бункера которого рассчитана на порцию бетонной смеси, обеспечивающих формирование четырех изделий. После формования бетонную смесь уплотняют при помощи виброплощадки. Далее форму с изделиями укладывают в камеры ТВО, где изделие проходит полный цикл тепловой обработки: выдержка изделий; подъем температуры; изотермический прогрев и охлаждение. Продолжительность цикла ТВО 12 часов (3,5+6,5+2). После тепловой обработки форму с изделиями выгружают из камеры и подают на пост распалубки. На посту распалубки форму разбирают и вынимают готовое изделие, которые в дальнейшем складывают на специально отведенной площади в цехе, для остывания и набора прочности до отпускной.

*Вывод:* В связи с сейсмичностью Кемеровской области для разработки был выбран сейсмостойкий фундамент по типу «неваляшки». Использование отходов металлургии в качестве сырья позволяет уменьшить количество отходов производства в г. Новокузнецке. По результатам расчета состав бетона подобран таким образом, чтобы обеспечить экологичность и доступность сырья.

#### Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/СибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.
2. Баженов, Ю. М. Технология бетона : учебник для студ. вузов, обуч. по строит. спец. / Ю. М. Баженов. – М. : Изд-во АСВ, 2007 . – 528 с.

## **АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ВЛИЯНИЕ ВЕТРА НА ГАЛЕРЕИ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЛАЖНЫХ ГОРЯЧИХ МАТЕРИАЛОВ**

**Калинич И.В.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Сакаш Г.В.**

*Сибирский федеральный университет,  
г. Красноярск, e-mail: il-k@mail.ru*

Данная статья посвящена исследованиям аэродинамических характеристик конвейерных галерей, в которых осуществляется транспортировка влажных горячих материалов. Приведена методология проведения и результаты экспериментальных исследований. Получены численные значения аэродинамических коэффициентов вертикальных и горизонтальных ограждающих конструкций для наиболее распространённых типов галерей, используемых на производстве.

Ключевые слова: аэродинамический коэффициент, заветренная поверхность, наветренная поверхность, инфильтрация, разность давлений.

К главной особенности конвейерных галерей влажных горячих материалов относятся затраты теплоты на нагревание инфильтрующегося воздуха, которые сопоставимы с основными теплопотерями. Следовательно, при расчёте отопления и вентиляции в данных галереях необходим расчёт затрат теплоты на инфильтрацию воздуха. Для расчёта инфильтрации воздуха по методам, изложенным в работе [1], необходимы численные значения аэродинамических коэффициентов, которые на сегодняшний день отсутствуют в литературных источниках, в связи с чем данная проблема представляется актуальной и требует разработки.

Исходя из актуальности указанной проблемы сформулирована цель настоящей работы: проведение экспериментальных исследований для определения аэродинамических характеристик конвейерных галерей, благодаря которым возможно выявить значение и величину аэродинамических коэффициентов и рассчитать инфильтрацию воздуха в конвейерных галереях.

Аэродинамическая характеристика конвейерных галерей зависит от следующих факторов:

- а) скорость ветрового потока и его направление;
- б) форма галереи;
- в) расположение галереи относительно других зданий, сооружений и земной поверхности.

Наиболее распространённые на сегодняшний день компоновочные схемы конвейерных галерей, используемых на производстве, приведены на рисунке 1.

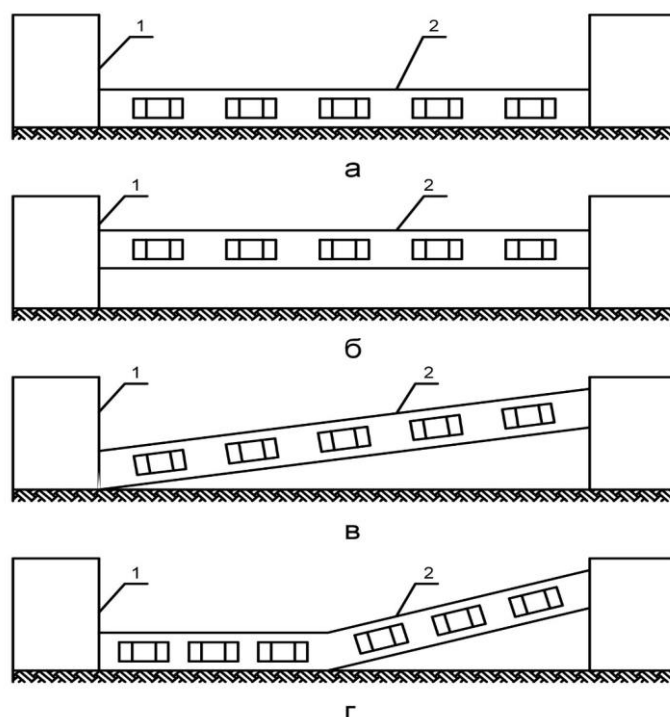


Рисунок 1 – Основные компоновочные схемы конвейерных галерей:  
 а – горизонтальная наземная; б – горизонтальная надземная;  
 в – наклонная; г – комбинированная; 1 – перегрузочный узел; 2 – галерея.

Исследования аэродинамических характеристик галерей проводились методом эксперимента на моделях. По рекомендациям работ [2, 3] за способ моделирования ветрового воздействия был принят обдув моделей в аэродинамической трубе.

За экспериментальную модель была принята модель типового перегрузочного узла с двумя примыкающими к нему галереями в масштабе 1:100.

Внутри моделей галерей располагались приемники давления, соединенные с дренажными отверстиями для измерения давлений. Исходя из условий взаимовлияния дренажных отверстий, число точек для измерения давления принято равным 60.

Измерительная система экспериментальной установки включала соединительные шланги, измерительный пульт и микроанометр. Соединительные шланги от приёмников давления присоединялись к измерительному пультау.

В процессе эксперимента замерялись давления в каждой точке и направление воздушного потока. Для приведения параметров к необходимым условиям, измерялось атмосферное давление и температура воздушного потока.

Модель закреплялась на рабочем столе, по углу поворота которого определялось направление воздушного потока относительно неподвижного лимба. Угол поворота менялся от 30 до 360 градусов, шаг измерений равен 10 градусам. Прибор, измеряющий давление – микроанометр. Температура измерялась электронным термометром с термопарой, атмосферное давление – anerоидом.

На основании результатов экспериментальных исследований получены аэродинамические коэффициенты вертикальных и горизонтальных огражда-

ющих конструкций, практически для всех типов конвейерных галерей, используемых на производстве, значения которых приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Аэродинамические коэффициенты для вертикальных поверхностей галерей

Типы галерей	$k_n$	$k_z$
Наклонные, одноконвейерные	+ 0,80	- 0,80
Наклонные, двух- и более конвейерные	+ 0,80	- 0,50
Горизонтальные, надземные, одноконвейерные	+ 0,80	- 0,80
Горизонтальные, надземные, двух- и более конвейерные	+ 0,80	- 0,45
Горизонтальные, наземные, одноконвейерные	+ 0,60	- 0,40
Горизонтальные, наземные, двух- и более конвейерные	+ 0,60	- 0,35
Примечание: $k_n$ ; $k_z$ – аэродинамический коэффициент, соответственно, для наветренной и заветренной поверхностей		

Данные коэффициенты позволяют вычислить разность давлений на поверхности ограждений и рассчитать инфильтрацию воздуха в конвейерных галереях.

#### Библиографический список

1. Баркалов Б. В. Рекомендации по расчёту инфильтрации наружного воздуха в одноэтажных производственных зданиях. М.: Промстройпроект, 1980. 27 с.
2. Реттер Э. И. Аэродинамика зданий. М.: Стройиздат, 1968. 240 с.
3. Реттер Э. И. Аэродинамические характеристики промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1960. 205 с.

УДК 629. 1

## ГОРОДСКОЕ ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

Щеглеев И.А.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

В работе проанализирована возможность использования сжиженного газа в условиях г. Новокузнецка.

Ключевые слова: газообразное топливо, сжиженные углеводородные газы, добыча.

Потребности промышленного и жилищно-коммунального сектора в тепловой энергии обеспечиваются различными системами теплоснабжения.



Одно из главных направлений улучшения структуры энергетического баланса страны – снижение в нём доли нефти, используемой в качестве топлива, и замена её углем и газом.

Газообразное топливо в условиях г. Новокузнецка может быть получено из следующих источников: традиционно – из магистрального газопровода природного газа ПарABELь – Кузбасс; привозной сжиженный углеводородный газ; метан из угольных пластов.

Сжиженный углеводородный газ (СУГ) – это углеводороды или их смеси, которые при нормальном давлении и температуре окружающего воздуха находятся в газообразном состоянии, но при увеличении давления на относительно небольшую величину без изменения температуры переходят в жидкое состояние. Сжиженные газы получают из попутных нефтяных газов, а также газоконденсатных месторождений. На перерабатывающих заводах из них извлекают этан, пропан, а также газовый бензин. Свойства сжиженных газов влияют на меры безопасности, а также конструктивные и технические особенности оборудования, в котором они хранятся, перевозятся и используются [1]. В настоящее время в городе построена станция сжижения природного газа, на ней ведутся пусконаладочные работы.

Процесс сжижения природного газа сводится к переводу в жидкое состояние основного его компонента - метана. В настоящее время для получения сжиженного природного газа (СПГ) применяются два процесса: конденсация при постоянном давлении (компримирование) и теплообменные: рефрижераторный – с использованием охладителя и турбодетандерный – дросселирование с получением необходимой температуры при резком расширении газа. Процесс сжижения природного газа энергоемкий. По этой причине в современной Мировой практике получения СПГ отказались от первоначального способа сжижения компримированием и отдали предпочтение теплообменным способам сжижения [2].

12 Февраля 2016 года именно в Кемеровской области «Газпром» запустил первый в России промысел по добыче угольного газа – метана. Сегодня глубина угольных шахт в Кемеровской области достигает уже более трехсот метров. Зона газового выветривания (где метана в угольных пластах почти нет) составляет 150—200 метров, а дальше содержание метана в угле очень велико. Неслучайно в последнее время достаточно часто горняки гибнут из-за взрывов газа. Если объединить интересы угольщиков и газовиков, то можно получить хороший синергетический эффект. Сначала в пласт будут буриться скважины для извлечения метана, а через несколько лет на этих участках начнется добыча угля. Газовые ресурсы Кузнецкого угольного бассейна достигают 13 трлн. куб. м, из них около 6 трлн куб. м относится к Южно-Кузбасской группе месторождений, на которой работает «Газпром» [3, 4].

Таким образом, реализация проектов по добыче угольного метана позволит не только обеспечить голубым топливом местных потребителей, но и спасти жизни шахтеров.

## Библиографический список

1. Сжиженные углеводородные газы. Электронный ресурс: <https://gazovoz.com/avtonomnaya-gazifikaciya/sug> (дата обращения 20.03.2017).
2. Сжижение природного газа (LNG). Электронный ресурс: <http://synenergy.ru/lng> (дата обращения 20.03.2017).
3. Сергей Правосудов. Газ вместе с углем. Электронный ресурс: <http://www.odnako.org/almanac/material/gaz-vmeste-s-uglem/> (дата обращения 20.03.2017).
4. Сравнительный анализ пропускной способности металлических и стеклопластиковых труб при строительстве дегазационных газопроводов/ М.Н. Башкова, И.В. Зоря// Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 18-20 октября 2016г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 1. - С. 205-207. – Библиогр.: с. 207 (5 назв.). – Режим доступа: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 662.92

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ УГОЛЬНЫХ ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

**Печенин С.И.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

Рассмотрено соответствие между заявленными и реальными техническими характеристиками твердотопливного автоматического котла малой производительности.

Ключевые слова: местные котельные, тепловая мощность котла.

Как известно, при небольшой потребности тепловой энергии для промышленного и жилищно-коммунального сектора в качестве источников используются местные котельные, работающие на всех видах органического топлива [1]. На современном отечественном рынке отопительной техники представлен широкий ассортимент различных марок, при этом остро встают вопросы о том, насколько заявляемые производителями характеристики соответствуют реальным [2]. Так, после проведения осмотра котельного агрегата VULKAN Max-Duo 600 производства Котельного Завода ВУЛКАН [3] и знакомства с техническим паспортом выявлено:

1. Заявленная тепловая мощность не может быть обеспечена.

Исходя из данных технического паспорта, приведенных в таблице технических характеристик, при заявленных диаметрах присоединительных па-

трубков  $d=0,08\text{м}$ , расход воды через котел должен составлять:

$$G=f \cdot w \cdot \rho=(3,14 \cdot 0,082/4) \cdot 1,5 \cdot 1000=7,5\text{т/час}=2,1\text{ кг/с},$$

где  $f$  – площадь сечения трубы,  $f= \pi \cdot d^2/4$ ,  $\text{м}^2$ ;

$w$  – максимальная скорость движения воды,  $\text{м/с}$  [4, табл.Е.1, с.67];

$\rho$  – максимальная плотность воды,  $\text{кг/м}^3$ .

Тепловая мощность:

$$Q= G \cdot \Delta t \cdot c=2,1 \cdot 25 \cdot 4,19=220\text{ кВт},$$

где  $\Delta t$  – перепад температур между подающим и обратным трубопроводом в закрытой системе [4, с.13, п.6.1.6 и табл. Д.1, с.63 ]

В таблице технических характеристик заявлена номинальная (т.е. максимально возможная в длительной эксплуатации) тепловая мощность 624 кВт, реально данный агрегат может обеспечить максимальную тепловую мощность 220 кВт.

2. Установленные вентиляторы не обеспечивают необходимую подачу воздуха.

По проведенным расчетам [5], для обеспечения заявленных теплопроизводительности 624 кВт и кпд 86% расходы топлива и воздуха должны составлять на одну из двух установленных на котле горелок: топлива  $105/2=52,5\text{ кг/час}$ , воздуха –  $624/0,86=725,6\text{ м}^3/\text{час}$ . Котел был укомплектован горелкой с производительностью по воздуху  $500\text{ м}^3/\text{час}$ , что явно недостаточно для нормального процесса горения.

Т.о. заявляемые производителями характеристики, к сожалению, бывают далеки от реальных показателей работы их изделий и потребителям следует самостоятельно судить о возможностях агрегатов.

#### Библиографический список

1. Башкова М.Н., Казимиров С.А., Темлянцев М.В., Багрянцев В.И., Рыбушкин А.А., Слажнева К.С./ Практика и перспективы применения различных способов сжигания твердого топлива в теплоэнергетических установках// Вестник СибГИУ, 2014. №2. С.24-32.

2. Башкова М.Н., Боровский В.Ф., Боровский В.В. /О длительности горения топлива на примере котлов малой теплопроизводительности марки «STROPUVA»// Вестник СибГИУ, 2014. №4. С.18-21.

3. Вулкан Макс Duo 600 кВт. Котел автоматический, водогрейный. Электронный ресурс: <http://avtokotel.ru/catalog/prom-vulkan/vulkan-max-duo-600.html#chars> (дата обращения 66.04.2017).

4. Свод правил СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.-М, 2012.

5. Тепловой расчет котлов (Нормативный метод). Издание 3-е переработанное и дополненное. СПб: Изд-во НПО ЦКТИ, 1998.-256 с.

## РАСЧЕТ РЕБРИСТО-КОЛЬЦЕВОГО КУПОЛА В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ЛИРА-САПР

Разливин Д.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чапаева С.Г.

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

В данной работе рассматриваются особенности расчета ребристо-кольцевого купола на снеговые воздействия в соответствии с требованиями современных нормативных документов.

Ключевые слова: ребристо-кольцевой купол, программный комплекс Лира-САПР, метод конечных элементов.

Купольные покрытия используются для зданий и сооружений круглых или овальных в плане. В последние годы увеличилось использование куполов в связи с увеличением строительства сооружений большого объема [1]. Основой такого покрытия является купол. Купол представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из оболочки с вертикальной осью вращения и опорных колец [2].

В данной работе рассматривается ребристо-кольцевой монолитный железобетонный купол с радиусом нижнего опорного кольца  $R=15$  м, радиусом верхнего опорного кольца  $r=2$  м, высотой купола  $H=8$  м (рисунок 1). Купол является основной несущей конструкцией жилого дома на 4 семьи. Дом имеет 3 уровня, в местах опирания перекрытия на купол устанавливаются кольцевые ребра жесткости, диагональные ребра жесткости устанавливаются через 45 градусов.

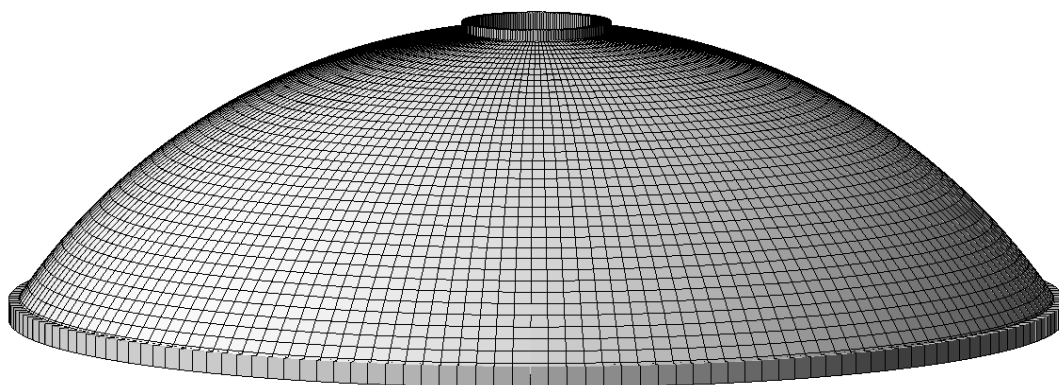


Рисунок 1 – Монолитный железобетонный купол

Расчет купола производился в программном комплексе Лира-САПР. Далее рассматриваются особенности создания расчетной схемы и сбора нагрузок, а также результаты расчета купола.

Оболочка купола смоделирована четырехугольными пространственными пластинчатыми конечными элементами, плоскость которых совпадает со срединной поверхностью оболочки. В плане купол разбит конечными элементами на 180 секторов, а в разрезе на 40 сегментов. Нижнее и верхнее опорные кольца, а так же радиальные и диагональные ребра жесткости смоделированы с помощью пространственных стержневых конечных элементов. Купол жестко опирается на несущую стену по периметру, что в програмном комплексе задано жесткими опорными связями. Сегмент расчетной схемы купола представлен на рисунке 2.

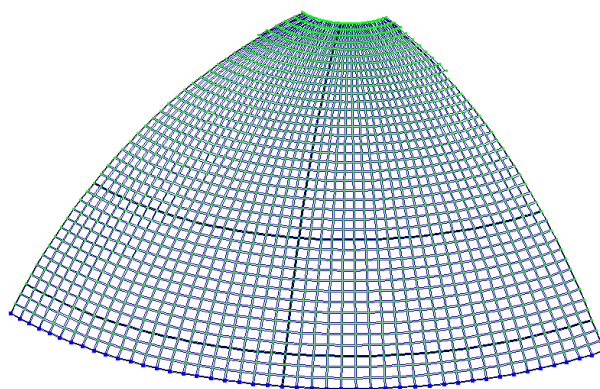


Рисунок 2 – Сегмент расчетной схемы купола

Сбор нагрузок от собственного веса несущих конструкций купола осуществлялся программным комплексом автоматически после задания сечений элементов и их объемного веса. Сбор нагрузок от перекрытия приведен в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Сбор нагрузок от перекрытия

Нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Монолитная плита перекрытия $\delta=100$ мм	2,5	1,1	2,75
Стяжка $\delta=50$ мм	0,9	1,3	1,17
Паркетная доска $\delta=8$ мм	0,144	1,2	0,173
От веса перегородок	3	1,2	3,6
Итого:	6,544		7,693
Кратковременная	1,2	1,3	1,56
Длительная	3	1,3	3,9
Всего:	10,744		13,153

Сбор нагрузок от покрытия приведен в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Сбор нагрузок от покрытия

Нагрузки	Нормативная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка, кН/м <sup>2</sup>
Металлочерепица 6×0,4×10	24,0	1,1	26,4
Утеплитель (плиты) δ=100 мм; Р=400 кг/м <sup>3</sup>	0,4	1,2	0,48
Обмазочная пароизоляция	0,05	1,3	0,065
Итого:	24,45		26,945

Схема деформации от нагрузок на перекрытие показана на рисунке 3.

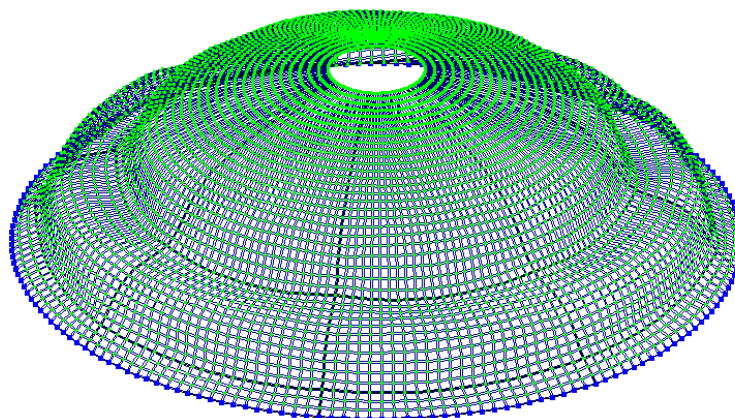


Рисунок 3 – Схема деформации от действия нагрузок на перекрытие

Схема деформации от нагрузок на покрытие показана на рисунке 4.

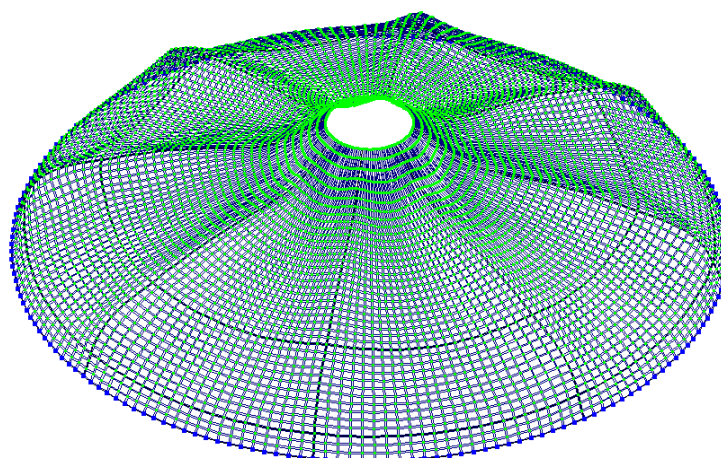


Рисунок 4 – Схема деформации от действия нагрузок на покрытие

Сбор снеговой нагрузки осуществлялся в соответствии с [5]. Три варианта снеговой нагрузки на купольное покрытие показаны на рисунке 5.

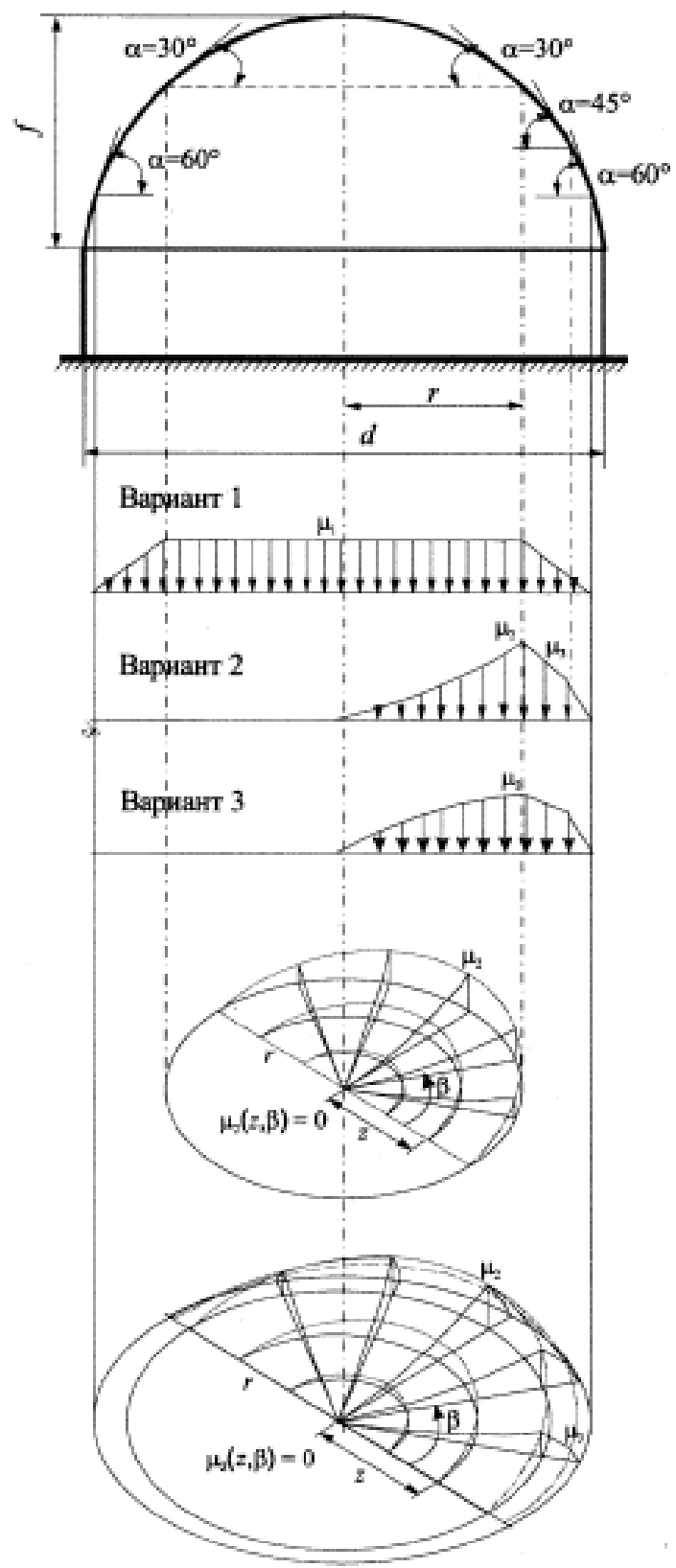


Рисунок 5 – Варианты снеговой нагрузки

Принимаем IV снеговой район, вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> S<sub>g</sub>=2,4 кПа; коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий под действием ветра или иных факторов c<sub>e</sub>=0,85; термический коэффициент c<sub>t</sub>=1.

Для первого варианта снеговой нагрузки коэффициент перехода μ<sub>1</sub>=1: S<sub>0</sub>=1,428 кПа. Схема деформации показана на рисунке 6.

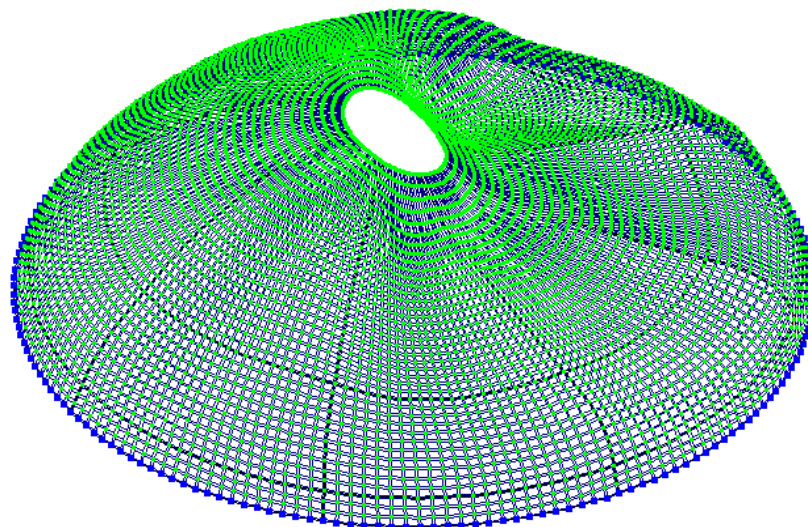


Рисунок 6 – Схема деформации от действия 1-го варианта снеговой нагрузки

Для второго варианта снеговой нагрузки коэффициент перехода μ<sub>2</sub> будет меняться в зависимости от угла β и расстояния от центральной оси оболочки:

$$\mu_2 = C_{r1} \cdot (z/r_1)^2 \cdot \sin \beta,$$

где C<sub>r1</sub>=2,549. Расчет представлен в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Нахождение коэффициента перехода

Расстояние от центральной оси оболочки	коэффициент перехода	Угол поворота									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
3.55	μ <sub>2</sub> =	0	0,025	0,049	0,071	0,092	0,109	0,124	0,134	0,141	0,143
5.09	μ <sub>2</sub> =	0	0,051	0,100	0,147	0,189	0,225	0,254	0,276	0,289	0,293
6.58	μ <sub>2</sub> =	0	0,085	0,168	0,245	0,315	0,376	0,425	0,461	0,483	0,490
8.02	μ <sub>2</sub> =	0	0,127	0,249	0,364	0,468	0,558	0,631	0,685	0,718	0,729
9.39	μ <sub>2</sub> =	0	0,173	0,342	0,499	0,642	0,765	0,865	0,939	0,984	0,999



Таблица 4 – Нахождение снеговой нагрузки

Расстояние от центральной оси оболочки	коэффициент перехода	Угол поворота									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
3.55	$S_0=$	0	0,035	0,070	0,102	0,131	0,156	0,177	0,192	0,201	0,204
5.09	$S_0=$	0	0,073	0,143	0,210	0,269	0,321	0,363	0,394	0,413	0,419
6.58	$S_0=$	0	0,122	0,240	0,350	0,450	0,537	0,607	0,658	0,690	0,700
8.02	$S_0=$	0	0,181	0,356	0,520	0,669	0,797	0,901	0,978	1,025	1,040
9.39	$S_0=$	0	0,248	0,488	0,713	0,917	1,093	1,235	1,340	1,405	1,426

Схема деформации для второго варианта снеговой нагрузки показана на рисунке 7.

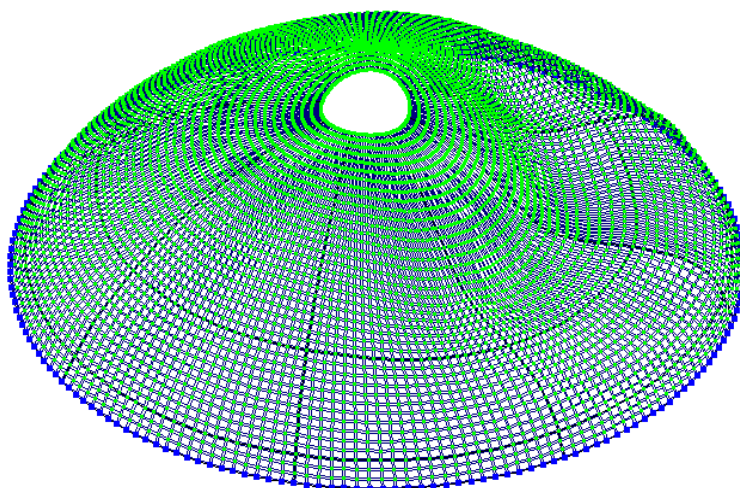


Рисунок 7 – Схема деформации от действия 2-го варианта снеговой нагрузки

Для третьего варианта снеговой нагрузки коэффициент перехода  $\mu_3$  будет меняться в зависимости от угла  $\beta$  и от угла касательной к оболочке  $\alpha$ .

$$\mu_3 = 3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot f}{d} \cdot \sin 3\alpha \cdot \sin \beta}$$

Расчет представлен в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Нахождение коэффициента перехода

Угол касательной к оболочке	коэффициент перехода	Угол поворота									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10,8	$S_0=$	0	0,278	0,549	0,802	1,031	1,229	1,389	1,507	1,579	1,604
15,86	$S_0=$	0	0,327	0,644	0,941	1,210	1,442	1,630	1,769	1,854	1,882
20,9	$S_0=$	0	0,359	0,706	1,033	1,328	1,582	1,789	1,941	2,034	2,065
25,94	$S_0=$	0	0,376	0,741	1,083	1,392	1,659	1,876	2,035	2,133	2,166
30	$S_0=$	0	0,380	0,749	1,095	1,408	1,678	1,897	2,059	2,158	2,191

Таблица 6 – Нахождение снеговой нагрузки

Расстояние от центральной оси оболочки	коэффициент перехода	Угол поворота									
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
10,8	$S_0=$	0	0,398	0,783	1,145	1,472	1,754	1,983	2,152	2,255	2,290
15,86	$S_0=$	0	0,467	0,919	1,344	1,728	2,059	2,328	2,526	2,647	2,688
20,9	$S_0=$	0	0,512	1,009	1,475	1,896	2,259	2,554	2,771	2,904	2,949
25,94	$S_0=$	0	0,537	1,058	1,547	1,988	2,370	2,679	2,907	3,046	3,093
30	$S_0=$	0	0,543	1,070	1,564	2,011	2,397	2,709	2,940	3,081	3,129

Схема деформации для третьего варианта снеговой нагрузки показана на рисунке 8.

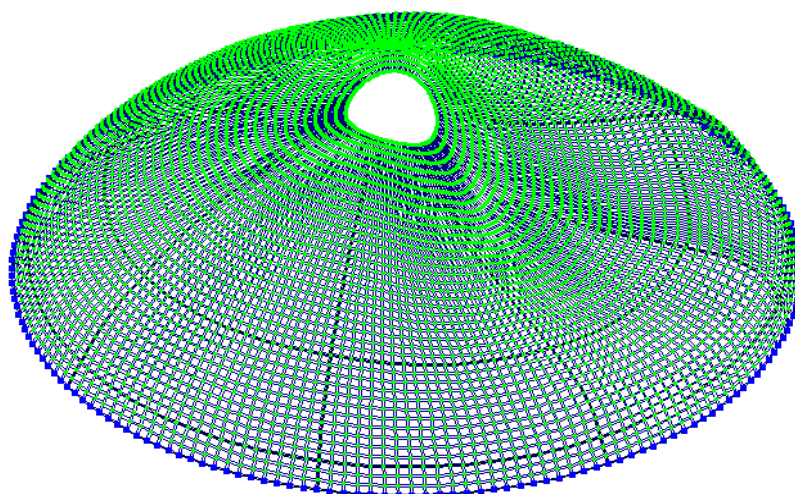


Рисунок 8 – Схема деформации от действия 3-го варианта снеговой нагрузки

Ветровая нагрузка разгружает купол и в данном расчете не учитывается.

По результатам расчета принимаем армирование оболочки двумя сетками: верхняя и нижняя – арматура А400 Ø6 с шагом 200 мм, привязка центра тяжести арматуры к грани сечения составляет 20 мм.

Армирование балок принимаем несимметричное. Продольная арматура А400 Ø12, поперечная – А400 Ø6, привязка центра тяжести арматуры к грани сечения составляет 30 мм.

#### Библиографический список

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. – М.: СИ, 1991.
2. Колкунов Н.В. Основы расчета упругих оболочек. – М., 1972.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Примеры расчета ж/б и каменных конструкций. – М., 2009.
4. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
5. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуал. редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М., 2011.

УДК 699.8:69.07

## ПОВРЕЖДЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

**Истерин Е.В.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В современной России все большую роль играет обследование существующих строительных конструкций. До сих пор в эксплуатации находится большое количество промышленных и гражданских зданий, построенных 20 и более лет назад, что влечет за собой рост объемов обследования строительных конструкций, а так же экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений на опасных производственных объектах.

Ключевые слова: металлический каркас, обследование, усиление, дефекты, коррозия.

Объект обследования представляет собой однопролетное здание с несущим металлическим каркасом, размером в плане 43,80х24 м, высотой от пола до низа прогонов 8 м. Рамы каркаса – металлические из двутавра переменного сечения профиля 55Б1, с шагом 6 м пролетом 24 м.

Повреждения, возникающие из-за неправильной эксплуатации, могут

быть как относительно незначительными - разного рода вырезы и отверстия в профилях металлоконструкций, используемые, например, для пропуска и подвешивания технологических трубопроводов (от 20x20 мм до 500x100 мм, рисунок 1).



Рисунок 1 - Вырез в стойке рамы

Отслеживая процесс коррозии по времени, можно установить, что в отапливаемых помещениях со средней влажностью воздуха 50-70% коррозия прогрессирует со скоростью примерно 0,3 мм сечения профиля в год. Таким образом, потери прочности и устойчивости, отрицательно влияющие на надёжность конструкции, мы можем получить уже через 4-5 лет. В местах частого или постоянного соприкосновения металла с влагой (протекающая кровля или отверстия в перекрытии, куда стекает технологическая влага) этот процесс идёт примерно в полтора-два раза быстрее (рисунок 2).



Рисунок 2 - Коррозия ригеля

Метод устранения последствий коррозии зависит от того, какой процент коррозии имеет данная конструкция и нуждается ли она в усилении по результатам поверочного расчёта. Обычно конструкция не нуждается в усилении, так как в первую очередь страдает защитное покрытие металлических конструкций, а после его разрушения (отслоения) начинает корродировать непосредственно сам металл. Повреждённые участки зачищаются металлическими щётками от продуктов коррозии и покрываются специальными составами (например, эмаль ПФ-115 по грунту ГФ-021), чтобы предотвратить дальнейшее развитие коррозии. В настоящее время широкое применение находят эмали, которые можно наносить на ржавчину, они включают в себя преобразователь ржавчины, антикоррозийный грунт и эмаль.

В тех случаях, когда имеет место потеря прочности или устойчивости конструкции, по результатам поверочного расчёта выясняется, что целесообразнее - усиление или замена конструкции.

#### Библиографический список

1. «Пособие по обследованию строительных конструкций зданий», АО «ЦНИИ промзданий», г. Москва, 1997 г.
2. Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями). РД-22-01-97. ЦНИИПСК им. Мельникова.
3. Рекомендации по обследованию стальных конструкций производственных зданий. Госстрой СССР, ЦНИИПСК, 1988 г.
4. Матвеев А.А. Вопросы усиления строительных конструкций. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей редакцией И.В. Зоря, А.Ю. Столбоушкина, А.А. Оленникова. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – 339 с. – С. 267 – 270.
5. Матвеев А.А., Максимова Н.И. Усиление строительных конструкций. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Под общей редакцией С.М. Кулакова; СибГИУ– Новокузнецк, 2006.
6. Матвеев А.А., Логинов А.А. Усиление строительных конструкций здания ЦТО. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / СибГИУ – Новокузнецк, 2009.
7. Матвеев А.А. Знания – основа качества и безопасности в строительстве. Новые строительные технологии 2010: сб. науч. тр. / СибГИУ. Новокузнецк, 2010.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛЕСОПИЛЬНО-РАСКРОЕЧНОГО ЦЕХА

**Костромина Е.В.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

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

В данной статье рассматриваются решения проектирования лесопильно-раскроечного цеха. Помещение предназначено для размещения оборудования и рабочих мест необходимых для работы с древесиной. Объемно-планировочное решение здания выбрано в соответствии с деятельностью проводимой внутри него. А так же учтён климат в зоне строительства.

Ключевые слова: цех, железобетон, колонна, ферма, подкрановая балка, стропильные конструкции, охрана труда, эргономичность, заземление.

Оборудование лесопильного производства:

1. Однопильные дисковые станки;
2. Однопильные дисковые станки с подвижной пилой;
3. Однопильные горизонтальные ленточнопильные станки;
4. Однопильные вертикальные ленточнопильные станки;
5. Многопильные дисковые станки (брусвал);
6. Станки с двухвальной схемой;
7. Многопильные ленточные вертикальные станки;
8. Станки для ребрового деления досок;
9. Кромкообрезное оборудование;
10. Оборудование для торцовки пиломатериалов;
11. Фрезерно-брусующие станки.

Дерево это экологически чистый материал и сфера его использования очень велика. Основная продукция лесопильного предприятия это доски, бруски, заготовки, брусья и пр. Завод оснащен современным высокотехнологичным оборудованием.

Весь ассортимент отвечает строительным нормам и правилам. Качество изделий находится под строгим контролем руководства. На отгружаемую продукцию выдаётся документ о качестве установленного образца.

Грунт в районе строительства электромеханического цеха – суглинок.

На генеральном плане участка строительства находятся: здание лесопильно-раскроечного цеха, склад сырья и материалов, административно-бытовой корпус, склад готовой продукции, авторемонтная мастерская, заправочная станция. Здания расположены с учетом рационального использования площадей, а так же их безопасной эксплуатации, т.е. расстояния между зданиями запроектировано менее 20м.

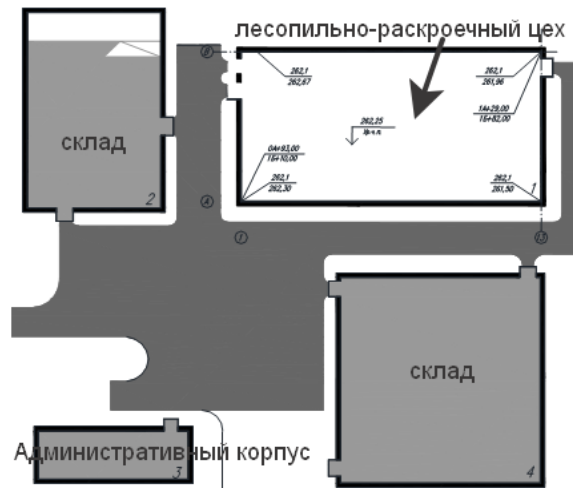


Рисунок 1- Генеральный план

Строящееся здание лесопильно-раскroечного цеха запроектировано прямоугольной формы. Здание одноэтажное, двухпролетное с величиной пролета 18м., шаг колонн 6м. Проектом предусмотрено 3 входа. Степень огнестойкости здания II. Класс здания II. Проектируемое здание имеет высоту до низа стропильных конструкций 9,6м. Размер здания в осях А-В – 36 м.; 1-13 – 72 м. Здание оборудовано двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 3,2т.

По конструктивной схеме проектируемое здание – каркасное с навесными стеновыми панелями.

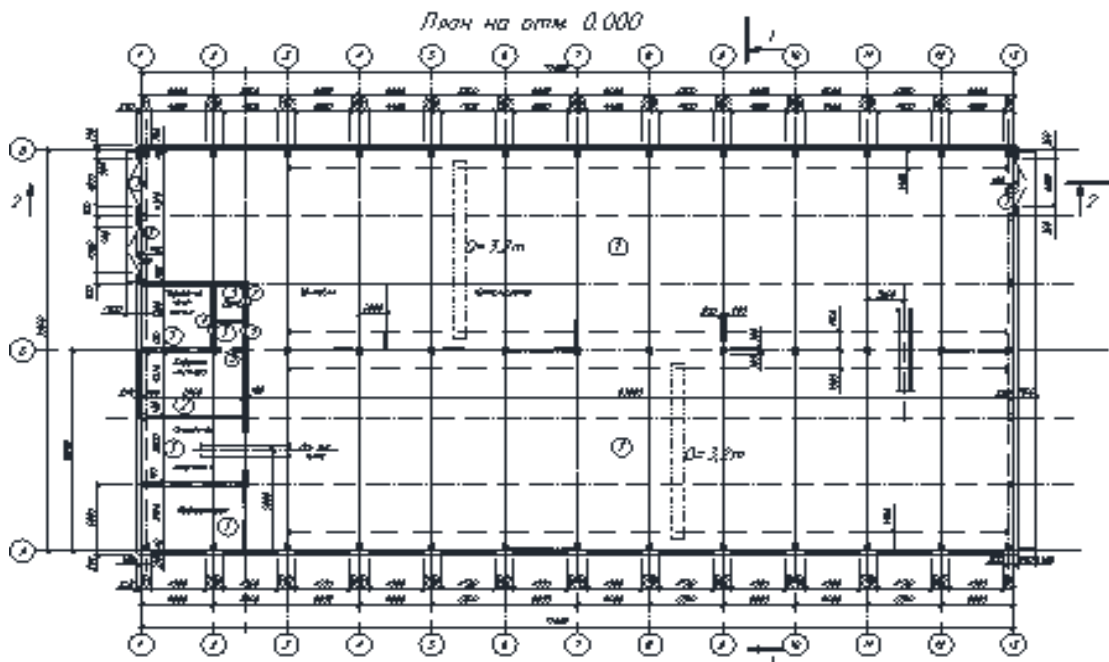


Рисунок 2 – План здания

Жесткость здания обеспечивается его конструктивной схемой – рамно-связевой. В продольном направлении жесткость здания обеспечивается

рамами, образованными: из колонн, подкрановых балок, плит покрытия и металлическими связями, расположенными в середине температурного блока. В поперечном направлении рамами, образованными колоннами и стропильными балками.

Исходя из требований пожаробезопасности, в качестве материала для несущих конструкций необходимо использовать железобетон. Мероприятия по предупреждению пожаров соответствуют НПБ 201-96. Технические мероприятия включают в себя соблюдение норм при проектировании зданий, монтаже оборудования, при отоплении, вентиляции, освещении.

Обеспечение безопасности людей связано с проектированием эвакуационных выходов и путей, отвечающих определенным требованиям (СНиП 21-01-97, НПБ 105-95). Эвакуационные пути и выходы обеспечивают безопасное удаление людей от источника опасности за пределы здания.

Опасные и вредные производственные факторы, связанные с использованием электрической энергии.

Факторами опасного и вредного воздействия на человека, связанными с использованием электрической энергии, являются:

1. протекание электрического тока через организм человека;
2. воздействие электрической дуги;
3. воздействие биологически активного электрического поля;
4. воздействие электростатического поля;
5. воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) и т.д.

При разработке проектируемого объекта были определены его характер, функциональная зависимость помещений и элементов здания, установлена оптимальная форма, органически связанная с объемно-планировочной структурой и назначением, а также выбран современный материал и конструкция. Выполнена конечная цель проектирования – осуществления инженерного по архитектурному замыслу проекта здания, отвечающего современным конструктивным, экономическим, противопожарным, санитарным и другим требованиям.

#### Библиографический список

1. Калитеевский Р.Е. Новый метод расчета производительности лесопильных потоков, цехов и предприятий / Р.Е. Калитеевский / Деревообрабатывающая промышленность. - 1999.

2. Ермак И.Т. Исследование санитарно-гигиенических условий труда в лесопильно-тарном цехе - Минск, 1993.

3. Клодчик И.П. Подготовка круглого леса для цеха деревообработки. Лесная пром-сть. - 1995.

4. Справочник по лесопилению / Сост. Ю. Б. Шимкевич. - СПб. : Проффикс, 2003 (Типография "Наука" РАН). - 200 с.: ил. - Библиогр.: с. 195. - ISBN 5-901943-13-9.

5. Авдеев Э.Д. Оборудование для лесопиления и сортировки бревен / Э.Д. Авдеев, Э. Ф. Харитонович, Г.Ф. Дружков. - М.: Высшая школа, 1989. - 224 с.



## ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТНО-СМЕТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

**Курочкин Н.М.**

**Научный руководитель: Захарова Н.В.**

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

В данной статье рассмотрены вопросы проведения экспертизы проектной документации на объекты капитального строительства производственного и непромышленного назначения.

Ключевые слова: проектная документация, экспертиза, проект, рабочая документация, объекты строительства.

Проектная документация представляет собой документацию, содержащую материалы в текстовой форме и в виде карт (схем) и определяющую архитектурные, функционально-технологические, конструктивные и инженерно-технические решения для обеспечения строительства, реконструкции объектов капитального строительства, их частей, капитального ремонта [1].

Проектная документация на объекты капитального строительства производственного и непромышленного назначения состоит из 12 разделов, требования к содержанию которых установлены Постановлением № 87 от 16.20.2008г. [2].

Экспертиза проектной документации подразумевает оценку ее соответствия техническим, санитарно-эпидемиологическим, экологическим нормам и правилам, а также требованиям пожарной, промышленной, радиационной или ядерной безопасности, и соответствовать правилам государственной охраны культурных объектов.

Проектная документация имеет две основные стадии проектирования:

1. Разработка проектной документации по стадии «Проект». На этом этапе необходимо получение разрешения на строительство. Здесь разрабатываются текстовая и графическая части проектируемого объекта. В проекте на стадии «П» схема организации планировочных, архитектурных, конструктивных и др. решений, выполняются без детализации, в объеме и составе, достаточном для обоснования проектных решений.

После разработки проекта проводится экспертиза и выдаются замечания по проекту, основными из которых являются:

- отсутствие исходно-разрешительной документации;
- отсутствие градостроительных планов;
- отсутствие технических условий;
- неактуализированная нормативная документация;
- необоснованное принятие тех или иных решений;
- отсутствие разрешительной документации на оборудование и т.д.

После прохождения экспертизы проектировщик должен составить со-

ответствующие ответы на замечания экспертизы и внести исправления в проект. На практике бывает и так, что проектировщик отвечает на замечания экспертизы, не исправляя сам проект. В результате чего строительный и технический надзор заказчика не допустит объект к эксплуатации т.к. замечания экспертизы не отражены в проекте.

2. Стадия «Рабочая документация». После стадии «Проект» подготавливается рабочая документация. Здесь проект выполняется в развернутом виде, с детализацией необходимых решений, составляется сметная документация.

Экспертиза проектной документации делится на государственную и негосударственную. Полномочия организаций выполняющих государственную и негосударственную экспертизу, а также статус результатов их работы одинаковы. Главным образом необходимо чтобы эксперт был аккредитован и имел соответствующее образование, навыки и квалификацию.

В соответствии с законодательством [3], эксперты обязаны иметь все необходимые практические навыки и отлично разбираться в следующих вопросах:

1. Связанных с техническими документами, которые используются при подготовке экспертизы;
2. Связанных со сферой деятельности заказчиков и инвесторов-застройщиков, а также генеральных проектировщиков;
3. Связанных с исходно-разрешительной документацией и правоустанавливающими документами на объекты капитального строительства, градостроительными планами на объекты недвижимости, а также техническими заданиями на проектные и строительные работы.

Схема экспертизы проектной документации представлена на рисунке 1.

Для упрощения выдачи экспертных заключений существует ряд случаев, когда проведение экспертизы проектной документации не является обязательным или не требуется вообще. Такие случаи регулируются федеральным законодательством Российской Федерации [3].

Результатом проведения экспертизы является выдача соответствующего заключения. Такое заключение может быть как положительным, так и отрицательным. Срок проведения экспертизы зависит от сложности проекта, но обычно он не превышает трех месяцев.

Проведение экспертизы проектной документации не является обязательной в следующих случаях:

1. При проведении ремонтных, реконструкционных или работ по модернизации производственных зданий и сооружений, зданий общественного или жилого назначения, при котором основные инженерные решения проектной документации не будут затрагивать основные несущие способности зданий, сооружений или конструкций.
2. При проведении работ по реконструкции или ремонту тепловых, водопроводных или канализационных сетей на уже существующих трассах с применением более современных материалов.
3. При выполнении текущих ремонтных работ автомобильных трасс, которые в установленном порядке относятся к работам по содержанию ав-

томобильных дорог.



Рисунок 1 - Схема экспертизы проектной документации

4. Сметная документация, изготавливаемая в установленном порядке для проведения любых текущих ремонтных работ.

5. Сметная документация с дополнениями и изменениями, которые были внесены в соответствии с установленными требованиями или ограниченными затратами на производство работ.

6. Проектная документация на строительство объектов, которые относятся к третьему уровню ответственности согласно техническим нормативам и актам (одноэтажные, двухэтажные жилые дома; временные, вспомогательные и сезонные постройки, такие как парковки, павильоны, склады, опоры для линий освещения или связи, ограждение и др.; отдельно стоящие объекты агропромышленного комплекса, имеющие подсобное или вспомогательное назначение).

7. Проектная документация для содержания различных гидротехнических и судовых сооружений и конструкций, которая необходима для обеспечения их надежной работы, выполнения путевых работ и безопасности судоходства.

8. Техническая документация для замены или проведения ремонтных работ промышленного, технического и иного оборудования, машин, меха-

низмов или агрегатов, которая разработана и утверждена специально уполномоченными для этого органами в определенной области в соответствии со всеми необходимыми нормативно-правовыми актами, и которая не требует проведения каких-либо строительных работ.

9. Проектно-сметная документация, в которую внесены изменения каких либо строительных материалов, оборудования или изделий на аналогичные и замена которых не повлияет на основные несущие конструкции.

10. Проектная документация по привязке типовых проектов или проектов, которые повторно применяются для строительства индивидуальных жилых домов или объектов социального назначения.

Согласно федеральному законодательству [3] проектная документация следующих объектов капитального строительства не нуждается в проведении государственной экспертизы:

- отдельные жилые дома высотой не более трех этажей, предназначенные для проживания не более чем одной семьи;

- многоквартирные жилые дома, не выше трех этажей, которые могут состоять не более чем из четырех секций с квартирами, помещениями для общего пользования и отдельными подъездами;

- отдельно стоящие жилые дома, не выше чем в три этажа, которые могут состоять не более чем из десяти блоков, каждый из которых предназначен для проживания только одной семьи и имеют одну или несколько общих стен без проемов;

- отдельно стоящие производственные объекты, которые не предназначены для проживания граждан, не более двух этажей и общей площадью не более 1500 квадратных метров (исключением являются технически сложные или опасные объекты);

- отдельно стоящие производственные объекты, высотой не более двух этажей и общей площадью до 1500 квадратных метров, для которых нет необходимости устраивать санитарно-защитные зоны (исключением являются технически сложные или опасные объекты).

Не смотря на то, что все вышеперечисленные случаи не требуют строгого проведения экспертизы проектной документации и выдачи экспертного заключения, тем не менее, разработка технической, проектной и сметной документации необходимо.

#### Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 03.07.2016) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2016).

2. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 N 87 (ред. от 23.01.2016) "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".

3. Постановление Правительства РФ от 05.03.2007 N 145 (ред. от 07.12.2015) "О порядке организации и проведения государственной экспер-

тизы проектной документации и результатов инженерных изысканий" (с изм. и доп., вступ. в силу с 17.12.2015).

4. Киселев Д.Е., Маслиева В.Н., Павленко А.В. К вопросу о взаимодействии субъектов инвестиционно-строительного процесса в разрезе выполнения проектных работ // Экономика и предпринимательство. 2016. № 4-2 (69-2). С. 926-929.

УДК 69.003.1/3

## **ФОРМИРОВАНИЕ ДОГОВОРНОЙ ЦЕНЫ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Ефимов А.А.**

**Научный руководитель: Захарова Н.В.**

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

В статье приведены основные положения по формированию договорной цены на продукцию строительства.

Ключевые слова: договорная цена, строительная продукция, строительно-монтажные работы, подрядчик, заказчик.

Как известно, при заключении договора на выполнение строительномонтажных работ, одним из важнейших условий его составления является расчет и согласование договорной цены на оказание услуг и выполнение работ. Данная цена может быть определена путем составления сметы. В этом случае смета становится частью договора подряда. В соответствии со ст. 708 ГК РФ [1] в договоре подряда указывается цена работы, подлежащей выполнению, или способы ее определения.

Договорная цена на строительную продукцию – это стоимость строительномонтажных работ, устанавливаемая по договору между подрядчиком и заказчиком.

Цена работы в договоре подряда может быть твердой или приблизительной (цена в государственных контрактах устанавливается только твердой):

Твердая (окончательная) договорная цена – она устанавливается изначально и не меняется на протяжении действия договора. Использование такой цены уместно при выполнении строительномонтажных работ сроком до 6 месяцев. В таком случае можно будет легко спрогнозировать изменение договорной цены и учесть их сразу;

Приблизительная цена – устанавливается в виде начальной договорной цены в фиксированном размере и может корректироваться в процессе выполнения строительномонтажных работ или после их окончания. В таких случаях составляется дополнительная техническая документация и корректируется смета, которая утверждается (подписывается) обеими сторонами.

Определение договорной цены начинается с инвестиционного этапа, на котором инвестор оценивает свои финансовые ресурсы и на основе аналоговых данных или с помощью укрупненных показателей, уже определяют инвесторскую стоимость объекта.

Затем следует этап проектирования. Подрядная организация на основе проектных решений составляет сметную документацию, определяет и согласовывает сметную стоимость строительно-монтажных работ.

После этого следует этап заключения договора подряда, на котором уже определяется договорная цена с учетом итогов этапа проектирования.

На следующем этапе, строительно-монтажных работ, договорная цена уточняется с учетом возникновения ряда факторов и в итоге образуется фактическая стоимость работ и услуг.

Фактическая цена и договорная цена могут значительно отличаться и даже превышать доступные ресурсы. Это основная проблема договорной цены. Причиной тому целый комплекс факторов: задержка работ и поставок, увеличение стоимости материалов, производственные аварии, поломки оборудования, травмы рабочих, повторные работы в связи с несоответствием итогов предшествующих работ стандартам и нормам, внесение незапланированных поправок в проект и т.д. Такие факторы нельзя предугадать, возможно, только подготовиться к ним и учесть их при расчете и согласовании договорной цены. Для этого необходимо, чтобы каждая сторона подрядного договора всецело и четко понимала все составляющие, из которых и образуется цена: зачем они нужны, сколько необходимо ресурсов и почему. Нужно установить реальные и понятные всем минимальные и максимально допустимые границы договорной цены. Соблюдение только этих двух принципов уже позволит вести диалог о расчете и согласовании цены.

Также во внимание стоит принять аналоговые проекты и факторы, оказавшие влияние на договорную цену этих проектов. Их подробное изучение позволит не просто учесть возможные факторы, а лучше подготовиться к ним.

После установления договорной цены, важно следить за ходом работ. Важно обеспечить полноценный контроль. В противном случае, если подрядчик не соизволит в полной мере обеспечить необходимый надзор, то затраты на исправление ошибок могут значительно превысить затраты на контроль. Также это может привести к затратам даже после сдачи проекта в эксплуатацию.

#### Библиографический список

1. Гражданский кодекс Российской Федерации : часть 2 // Собр. законодательства Рос. Федерации.– 2001. - №49– Ст. 709 Цена работы: [федер. закон № 14-ФЗ от 26 янв. 1996 г.]
2. Султанова А.Д. Правовое регулирование цены в договорах строительного подряда /А.Д. Султанова// Цены в строительстве.– 2015.– №12.– с. 36-38.

## ТРЕЩИНЫ В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Нечаев А.В.

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nechaeva10@yandex.ru*

В статье рассмотрены дефекты и повреждения строительных конструкций в каменных, бетонных и железобетонных элементах зданий и сооружений, приведена классификация трещин, указаны условия и особенности образования трещин в конструкциях зданий и сооружений.

Ключевые слова: трещина, дефект, повреждение, строительные конструкции, здания и сооружения.

Одним из наиболее часто встречающихся видов дефектов и повреждений каменных, бетонных и железобетонных элементов зданий и сооружений являются трещины. Различают трещины, проявившиеся в железобетонных элементах в процессе изготовления, транспортировки и монтажа, и трещины от эксплуатационных нагрузок и воздействия окружающей среды.

К появившимся в доэксплуатационный период относятся трещины:

- усадочные, вызванные быстрым высыханием поверхностного слоя бетона и сокращением объема, а также трещины от набухания бетона, возникшие из-за неравномерного охлаждения бетона и вызванные большим гидратационным нагревом при твердении бетона в массивных конструкциях;
- технологического происхождения, возникшие в сборных железобетонных элементах в процессе изготовления, доля которых в общем количестве дефектов в сборных железобетонных конструкциях достигает 60%;
- силового происхождения в сборных железобетонных элементах, вызванные нарушением правил складирования, транспортировки и монтажа, при которых конструкции подвергались силовым воздействиям от собственного веса по схемам, не предусмотренными проектом.

Трещины, появившиеся в эксплуатационный период, можно разделить на следующие виды:

- возникшие в результате температурных деформаций из-за нарушений требований устройства температурных швов или ошибок расчета статически неопределимой системы на температурные воздействия;
- вызванные неравномерностью осадок грунтового основания, что может быть связано с нарушением требований устройства осадочных деформационных швов, аварийным замачиванием грунтов, проведением земляных работ, в непосредственной близости от фундаментов без обеспечения специальных мер;
- силовыми воздействиями, превышающими способность железобе-

тонных элементов воспринимать растягивающие напряжения.

С точки зрения напряженно-деформированного состояния конструкции по влиянию на несущую способность различают трещины:

- указывающие на аварийное состояние конструкции;
- увеличивающие водопроницаемость бетона (в резервуарах, трубах, стенах подвала);
- снижающие долговечность конструкции из-за интенсивной коррозии арматуры (бетона);
- не вызывающие опасений в надежности конструкции.

Механизмы разрушения структуры бетона выглядят следующим образом: разрушение бетона начинается с разрушения отдельных элементов его структуры, приводя впоследствии к разрушению более крупных структурных объемов.

Выделяют два исходных механизма разрушения:

- отрывной,
- сдвиговый.

Отрыв и сдвиг происходят с разрывом зерен заполнителя. Внутризерновые и межзерновые механизмы являются основными в современной статистической теории прочности бетона. Однако под зернами в этом механизме понимают не зерна крупного заполнителя, а некоторые ячейки в структуре бетона, окруженные дефектами, которые могут и не содержать зерен крупного заполнителя. В чистом виде отрывной механизм разрушения реализуется при растяжении, при этом отдельные трещины отрыва, объединяясь в одну, образуют магистральную трещину разрушения.

Чисто сдвиговой механизм разрушения встречается редко, в основном при высоких уровнях трехосного сжатия. В остальных случаях преобладают различные смешанные отрывно-сдвиговые механизмы разрушения:

- зигзаг трещины;
- ветвления зигзага трещины с включениями клиновидных элементов;
- в виде часто расположенных трещин отрыва пересекаемых трещиной сдвига;
- тонкие части бетона между трещинами, которые могут разрушаться от потери устойчивости.

Возможны и другие механизмы разрушений. Магистральная трещина может включать на своем пути различные локальные механизмы разрушения. Обычно чем сложнее и разнообразнее механизм разрушения, тем большими деформациями это разрушение сопровождается. Такие механизмы свойственны сжатию. Процесс разрушения бетона, таким образом, представляется как процесс прогрессирующего разрушения.

Наиболее характерными причинами, вызывающими появление трещин в железобетонных конструкциях, являются:

- перегрузка конструкции, вызывающая перенапряжение сечений элементов или большие деформации;
- местная перегрузка участков или сечений конструкций от сосредото-



ченных сил, передающихся на небольшую зону конструкции;

- усадка материалов при высокой температуре и малой влажности,
- нарушение сцепления арматуры с бетоном;
- коррозия арматуры;
- резкие перепады температуры, в том числе полив раскаленных конструкций водой;
- низкая прочность материалов;
- нарушения при армировании конструкций: большой шаг стержней, недостаточная анкеровка и т. д.;
- многократные намокания и промерзания конструкций, попадание воды в каналы конструкций с последующим ее замерзанием, например, в многопустотные плиты перекрытий;
- коррозионное растрескивание в агрессивной среде;
- динамические воздействия, вибрация, колебания, удары, взрывы и т. д.;
- резкие перепады сечений в конструкциях, вырезы, отверстия;
- механические повреждения;
- биологические повреждения.

По характеру распространения и раскрытия видимых трещин, в большинстве случаев, определяют причины их образования, а также оценивают техническое состояние конструкций.

#### Библиографический список

1. Матвеев А.А. Вопросы усиления строительных конструкций. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей редакцией И.В. Зоря, А.Ю. Столбоушкина, А.А. Оленникова. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – 339 с. – С. 267 – 270.

2. Матвеев А.А., Максимова Н.И. Усиление строительных конструкций. Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией С.М. Кулакова; СибГИУ – Новокузнецк, 2006.

3. Матвеев А.А. Знания – основа качества и безопасности в строительстве. Новые строительные технологии 2010: сб. науч. тр. / СибГИУ. Новокузнецк, 2010.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАВЕСНОЙ ФАСАДНОЙ СИСТЕМЫ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ «КРАСПАН»**

**Песков П.А.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены вопросы проектирования и применения навесной фасадной системы «Краспан». Система навесных фасадов представляет собой защитную оболочку зданий и сооружений от различных климатических воздействий для сохранения и обеспечения благоприятных условий технологического процесса в производственных объектах.

Ключевые слова: вентилируемые фасады, подблицовочная конструкция, оцинкованный профиль, фасадные плиты, стеновой утеплитель.

Система предназначена для теплоизоляции и облицовки прессованными фиброцементными плитами фасадов зданий и сооружений. Особенностью таких фасадных систем является наличие вентиляционного зазора между слоем теплоизоляции и декоративной отделкой. В летнюю жару вентилируемая фасадная конструкция препятствует проникновению тепла через наружную стену в помещение. Зимой облицовочные плиты защищают от ветра, а воздушное пространство в стеновой конструкции работает как дополнительный утеплитель. Повышение теплоизоляционной способности здания позволяет снизить расходы на отопление. Положительным моментом является также отсутствие резких перепадов температуры ограждающей конструкции. Подобная система не препятствует выходу влаги - стены «дышат».

Фасадные плиты защищают стену от воздействия дождя. Влага, случайно проникающая через стыки или зазоры крепежных изделий, не доходит до утеплителя или несущих конструкций, а благодаря достаточной вентиляции конструкций высыхает на внутренней поверхности облицовочной плиты, не повреждая самой плиты. Устройство наружной теплоизоляции позволяет увеличить теплоаккумулирующую способность массива стены. Так, если произойдет отключение источника теплоснабжения, кирпичная стена при наружной изоляции будет остывать в 6 раз медленнее, чем при внутреннем слое теплоизоляции такой же толщины. Установка теплоизоляции снаружи позволяет снизить расходы на ремонт поврежденных стен. Кроме того, применение теплоизоляционного слоя повышает звукоизоляцию здания.

Система «КРАСПАН» предназначена для применения в новом строительстве, при реконструкции и капитальном ремонте стен зданий различного назначения, повышенного и нормального уровня ответственности. Плот-

ность материала стен зданий при этом должна быть не менее  $600 \text{ кг/м}^3$ , а прочность - по проекту.

Область применения:

По геологическим и геофизическим условиям:

- обычные условия строительства;
- строительство на вечномёрзлых грунтах;
- строительство на просадочных грунтах.

По природно-климатическим условиям:

- в сухой, нормальной и влажной зонах;
- при температуре окружающего воздуха от  $-50$  до  $+60^\circ\text{C}$ .

По высотности: система может быть рекомендована для облицовки здания высотой до 90 м в ветровых районах от I до III, до 50 м в IV районе.

Построение системы имеет следующие особенности.

В системах вентилируемых фасадов отдельные слои конструкции располагаются следующим образом: ограждающая стена, теплоизоляция, воздушный зазор, защитный экран. Такая система является оптимальной, так как слои различных материалов располагаются по мере уменьшения показателей их теплопередачи.

Эта система состоит из под облицовочной конструкции (несущего каркаса), утепляющего слоя, фасадных плит и вспомогательных элементов. Под облицовочная конструкция может крепиться как на несущую, так и на самонесущую (в каркасном варианте) стену, выполненную из различных материалов (бетон, кирпич) и др.

Несущий каркас системы включает в себя следующие элементы (рисунок 1).

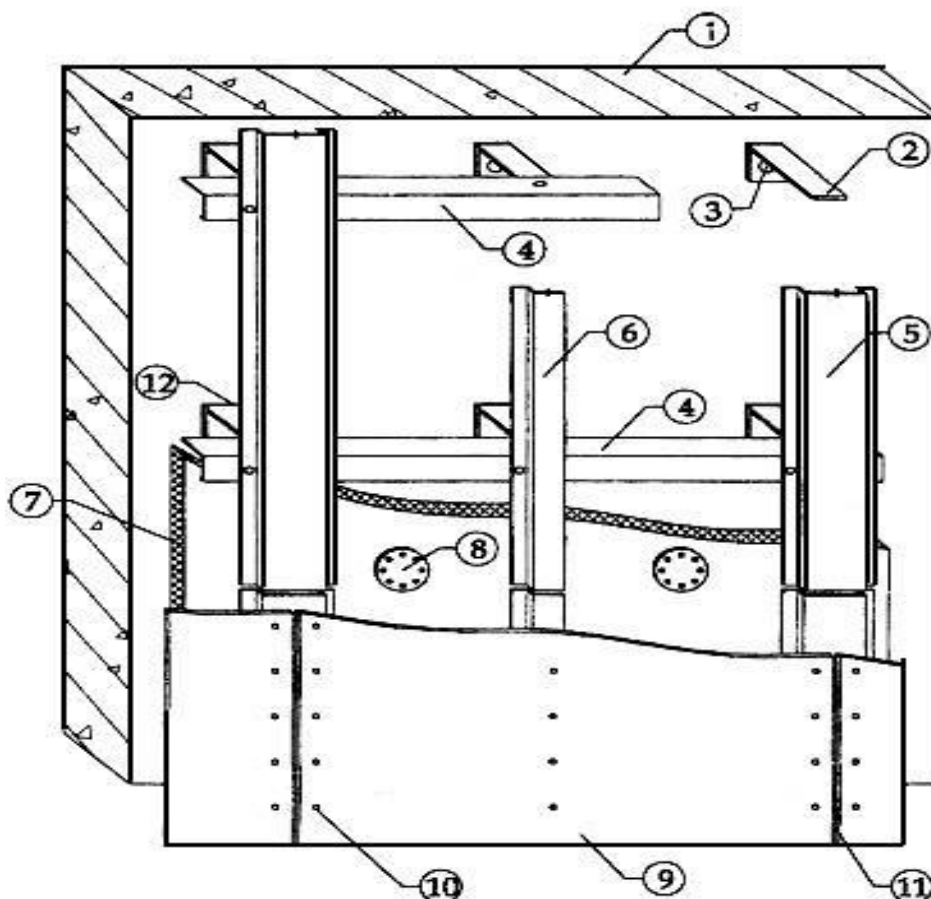
Все элементы несущего каркаса и их крепежные детали изготавливаются из оцинкованной стали.

Одним из основных элементов, призванных обеспечить надежное крепление подконструкции к несущему основанию, являются кронштейны. Крепление кронштейнов к стене обеспечивают специальные анкеры. Тип анкеров, их диаметр, глубина установки подбираются в зависимости от выдерживаемой нагрузки и материала стены, в которую устанавливается данный крепежный элемент. Для устранения неровностей стены и в зависимости от толщины утепляющего слоя используется до 10 типовых размеров кронштейнов длиной от 55 до 200 мм. Предотвращение образования мостиков холода осуществляется установкой паронитовых прокладок. К кронштейнам крепятся все остальные элементы несущей конструкции.

Несущая конструкция в системе навесного вентилируемого фасада «КРАСПАН» состоит из стальных оцинкованных профилей толщиной 1,2 мм с последующим полимерным покрытием. Горизонтальные несущие профили крепятся к кронштейнам самонарезающимися винтами. Стыковка горизонтальных профилей производится с учетом зазоров для компенсации температурных деформаций.

Далее на стену монтируются минераловатные плиты сертифицированного негорючего утеплителя с волокном из каменного литья и температурой

плавления волокна не менее 1000 °С. Крепление плит к стене выполняется специальными полимерными анкерами или дюбелями, тип, параметры и размеры которых определяются расчетом. При установке утеплителя необходима плотная подгонка плит друг к другу, а при применении нескольких слоев теплоизоляции во избежание потери тепла швы в слоях утеплителя следует выполнять вперевязку.



1 – Основание; 2 – Кронштейн; 3 - Анкерный болт; 4 - Горизонтальный несущий профиль; 5 - Вертикальный профиль; 6 - Вертикальный профиль (половинный); 7 – Утеплитель; 8 - Дюбель полимерный для крепления утеплителя; 9 - Фасадная плитка "Краспан"; 10 - Заклепка стальная для крепления фасадных плит; 11 - Металлическая планка вертикального шва; 12 - Паронитовая прокладка

Рисунок 1 – Фрагмент конструктивного решения фасадной системы «Краспан»

Для защиты теплоизоляции от возможного проникновения влаги применяется влаговетрозащитная паропроницаемая пленка, которая укладывается непосредственно на теплоизоляцию с нахлестом.

Следующим этапом работ по монтажу каркаса является установка вертикальных несущих профилей, которые крепятся к горизонтальным профилям самонарезающимися винтами и предназначены для монтажа на них фа-

садных плит. Профили устанавливаются в местах вертикальных стыков плит, в средней их части, а также на боковых откосах окон, дверей, конструкциях наружного и внутреннего углов здания. Стыковка несущих вертикальных профилей по длине производится с зазором, учитывающим температурные деформации металла. Этот стык следует всегда совмещать с горизонтальным стыком облицовочных плит.

После завершения монтажа под облицовочной конструкции приступают к монтажу фасадных плит, которые в конструкции вентилируемого фасада выполняют защитно-декоративную функцию. Они защищают утеплитель, под облицовочную конструкцию и стену здания от повреждения и атмосферных воздействий. В то же время облицовочные панели являются внешней оболочкой здания, формируют его эстетический облик.

Для облицовки фасадов применяются фасадные плиты «КРАСПАН» размером 1550x1190, изготавливаемые на основе высокопрочных прессованных цементно-волокнистых листов, толщиной 8 мм. Используются два типа фасадных плит:

- - с поверхностью из каменной крошки (КраспанСтоун);
- - с гладкой цветной поверхностью (Краспан Колор);
- - возможно изготовление плит нестандартного размера.

Крепление фасадных плит к несущим вертикальным профилям производится с помощью стальных оцинкованных фасадных заклепок с окрашенной головкой. Учитывая возможность теплового расширения металлокаркаса, отверстия в плитах для фасадных заклепок просверливают на 1,5 мм больше диаметра заклепок. Способ и места креплений плит указываются в проекте. Для предотвращения попадания атмосферных осадков за ограждающую конструкцию между вертикальными профилями и фасадными плитами прокладывается уплотняющая резиновая лента.

К достоинствам систем навесных вентилируемых фасадов «КРАСПАН» перед другими видами отделки фасадов относятся:

- сокращение сроков отделки;
- отсутствие «мокрых процессов» при производстве работ;
- круглогодичность монтажа;
- большой выбор цветовых и архитектурных решений;
- негорючесть;
- отсутствие необходимости ремонта старой отделки стен;
- долговечность и ремонтпригодность;
- использование отечественных материалов;
- 100%-ная заводская комплектация;
- повышенная жесткость под облицовочной конструкции за счет «отбортовки» профилей каркаса;
- использование в конструкции заклепок;
- полимерное покрытие всех элементов под облицовочной конструкции по оцинкованному металлу;

- высокая прочность облицовочных плит «КРАСПАН» при низкой их стоимости;
- невысокая стоимость всей системы в целом.

#### Библиографический список

1. Электронный ресурс – Режим доступа: [http://www.s-nip.ru/servis/sub/katalog/fasad/news\\_53.html](http://www.s-nip.ru/servis/sub/katalog/fasad/news_53.html) – Навесная фасадная система с воздушным зазором «Краспан».
2. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200030056> – Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в фасадной системы с вентилируемым воздушным зазором «Краспан».
3. Электронный ресурс – Режим доступа: <http://www.know-house.ru/avtor/diat.html> – Вентилируемые фасады. Проблемы проектирования.

УДК 725.84

## ЗДАНИЕ СПОРТИВНОГО КОМПЛЕКСА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

**Татарников Д.В.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В данной статье проводится работа по проектированию здания спортивного комплекса в г. Новокузнецке.

Ключевые слова: стропильная ферма, колонна, проект, сметы, тепло-технический расчёт.

Объект располагается в центре города на свободной от жилой застройки территории. Площадь участка, отведенного под строительство объекта составляет 9000м<sup>2</sup>.

Здание спортивного комплекса состоит из 3-х блоков прямоугольной формы. 1-й блок одноэтажный, высотой до низа несущих конструкций покрытия 3 м. Включает в себя вестибюль, гардеробную, мед пункт и кабинеты административных работников.

2-ой блок одноэтажный, высотой до низа несущих конструкций покрытия 7,6 м. В него входят спортивный зал, раздевалка, душевая, тренерская и инвентарная комнаты.

3-й блок двухэтажный. На первом этаже блока располагается буфет с раздаточной и вспомогательные помещения. Высота 1-го этажа 3 м. На втором этаже располагается бассейн с 4-мя дорожками 25-ти метровой длины, зона подготовительных занятий, раздевалки, душевые, тренерская и инвентарная комнаты и комната отдыха. Размеры 2-го и 3-го блоков в осях 24х48 м.

Конструктивная схема здания – рамно-связевая. Пространственная жесткость и устойчивость каркаса обеспечивается совместной работой поперечных рам, соединенных системой вертикальных и горизонтальных связей, а также жестким диском покрытия. Несущей конструкцией покрытия является стропильная ферма ГФГС по серии 1.263.2 пролетом 24 м с треугольным типом решетки. Сечения поясов и решетки фермы выполнены из сварных гнутозамкнутых профилей. Ферма опирается на стальные колонны постоянного двутаврового сечения. Расчет конструкций произведен в соответствии с требованиями [1].

Фундаменты здания ж/б, свайные, отдельно стоящие под колонны со сборными фундаментными балками. Все сваи сечением 300х300 мм. Расчет фундаментов произведен в соответствии с требованиями [2].

В качестве ограждающих конструкций приняты трехслойные панели типа «сэндвич». По результатам теплотехнического расчета для стенового ограждения были приняты панели с толщиной утеплителя 150 мм, для панелей покрытия – толщиной 250 мм. Теплотехнический расчет выполнен в соответствии с требованиями [3].

Доставка всех материалов и конструкций на строительную площадку осуществляется автомобильным транспортом. В рамках проекта был разработан календарный план строительства, определена потребность в рабочей силе и трудоемкость работ. Общая продолжительность строительства объекта по плану составляет 67 дней. При проектировании стройгенплана было рассчитано необходимое количество временных зданий и сооружений на строительной площадке, а также произведен расчет складов, потребность в электроэнергии, временном водоснабжении и тепле.

В рамках проекта составлена сметная документация в ценах 2017 г. Разработаны локальная и объектная сметы, составлен сводный сметный расчет стоимости строительства. Сметная стоимость строительства составляет 63 722 905 млн. руб.

#### Библиографический список

1. Свод правил: СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*.– М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2012.– 148 с.
2. Свод правил: СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85.– М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2012.– 85 с.
3. Свод правил: СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 2-02-2003. – М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 20123. – 137 с.

## **ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ**

**Шабалина А.А.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: shabalina041214@gmail.com*

В статье рассматриваются решения по проектированию зданий и сооружений. Унификация и типизация при проектировании позволяет сократить сроки создания объектов, уменьшить перечень конструктивных элементов, снизить стоимость изделий и конструкций, создать универсальность замены конструктивных элементов при строительстве, ремонтах и реконструкции зданий и сооружений.

Ключевые слова: производственные здания, архитектурно – строительная унификация, промышленность, документация, проектирование.

Формирование производственных зданий нового поколения, а также определение оптимальных направлений реконструкции и технического перевооружения действующих предприятий требует поиска новых идей и решений в промышленной архитектуре, которые могли бы гибко реагировать на изменения технологии и всемерно способствовать сокращению инвестиционного цикла в строительстве. Наиболее реальное направление поиска - совершенствование архитектурно-строительной унификации на уровнях пространственно-планировочной структуры предприятия и внедрение в проектную практику принципов «свободного проектирования», выдвинутых видным архитектором и теоретиком И. Фридманом.

Созданная на первых двух этапах грандиозная и всеобъемлющая система типовой документации для строительства базировалась на особой методике американского архитектора Альберта Кана, сущность которой состояла во внедрении в массовое возведение промышленных предприятий «скоростного поточно-конвейерного производства архитектурно-строительной проектной документации». Н.Н. Ким в своей работе отмечает, что «к середине 60-х годов XX столетия были разработаны проектные материалы в помощь проектировщикам в виде рабочих чертежей унифицированных типовых секций и пролётов. На базе этих материалов для ряда отраслей промышленности были созданы типовые проекты с заданной производственной программой и фиксированными архитектурно-строительными параметрами. Такую систему типового проектирования принято именовать «закрытой системой унификации».

Использование типовых проектов существенно облегчило труд проектировщиков, повысило качество проектной продукции и сократило сроки проектирования. Однако, с точки зрения многовариантного формирования



производственных зданий в различных исходных ситуациях и особенно в условиях модернизации действующих предприятий, привязка типовых проектов сопровождалась крупными переработками, сопоставимыми с разработкой индивидуальных проектов. Поэтому область применения типовых проектов производственных зданий была ограниченной, что в конечном итоге обусловило преобладание традиционных методов индивидуального проектирования при создании технической документации для строительства промышленных предприятий с использованием УТС и УТП, «наиболее часто применяемым в строительстве зданий производственного назначения...».

Недостатки закрытой системы унификации архитектурно-строительных решений производственных зданий предопределили тенденцию постепенного перехода к «открытой системе унификации», сущность которой заключается в создании и использовании функциональных фрагментов (компонентов) для формирования производственных структур.

Основная идея свободного проектирования базируется на принципах использования «меню» унифицированных объектов, из которых можно свободно выбирать любую комбинацию.

Главное достоинство открытой системы заключается в создании широких возможностей многовариантной компоновки производственных зданий в различных исходных ситуациях – при новом строительстве и при реконструкции действующих производств.

Начиная с середины 70-х годов и вплоть до 90-х годов прошлого столетия, ЦНИИ Промзданий и отраслевые проектные институты в рамках «свободного проектирования» производственных зданий осуществили экспериментальные работы по созданию основ открытой системы унификации. Однако в силу объективных причин с начала 90-х годов эти работы были приостановлены.

В постановочном аспекте алгоритм формирования проектной документации осуществляется следующим образом: после получения необходимых исходных данных и их анализа авторы технологической части проекта подготавливают «технологическое задание» по составу помещений, требования к архитектурно-строительным параметрам и инженерному оборудованию. Практически все расчётные величины являются функциями заданной производственной программы. После получения и анализа данных о составе и площадях всех функциональных помещений из номенклатуры объектов унификации выбираются необходимые функциональные фрагменты и разрабатываются «имитационные модели» будущих производственных зданий.

Первым этапом компоновки является формирование производственной структуры путём варьирования фрагментов и их взаимоположения с размещением имитационной модели на генеральном плане и определением технологических, транспортных и пешеходных связей. Таким образом, создаётся имитационная модель на уровне предприятия или здания. После выбора окончательного варианта объёмно – пространственной структуры осуществляется компоновка помещений с помощью унифицированных планировоч-

ных нормалей. Рассмотренная модель является исходным материалом для выполнения проектно-сметной документации в автоматизированном режиме на исполнительном этапе проектирования.

В обобщённом виде процесс проектирования производственных объектов включает два главных этапа: поисковый этап, связанный с творческой деятельностью по формированию принципиальных проектных решений и исполнительный этап, когда осуществляется детализация проектных решений. Принципиальные схемы создания проектной документации: при традиционном индивидуальном проектировании поисковый этап по своей глубине и продолжительности продолжается практически в течение всего периода создания технической документации, так как требует участия наиболее квалифицированных специалистов в принятии принципиальных технических решений, в обратных связях, а также для многочисленных взаимных увязок и согласований проектных решений.

При проектировании с использованием объектов унификации поисковый этап сводится в основном к многовариантной компоновке производственных структур и их технико-экономической оценке, после чего в автоматическом режиме выполняются необходимые текстовые и графические материалы.

Графическое сравнение методов индивидуального и «свободного проектирования» из унифицированных объектов показывает, что использование предложенных функциональных фрагментов обеспечивает чёткое разделение поискового и исполнительного этапов при создании проектной продукции. На основании этого сравнения можно прогнозировать определенное сокращение сроков проектирования с повышением качества проектных решений. Использование предложенных объектов унификации может упростить поисковый этап также и при реконструкции действующих предприятий, так как частично или полностью может отпасть необходимость разработки принципиальных инженерно-технических и строительных подсистем на объектах любой категории сложности.

Внедрение в проектно-строительную практику методов свободной компоновки производственных зданий из ограниченной номенклатуры объектов унификации создаёт условия для автоматизации проектных работ на уровне диалога «Человек – ЭВМ» взамен использования современных средств автоматизации в качестве быстродействующих «чертёжных» инструментов. Особенно это актуально для условий модернизации действующих производств, когда создание архитектурной концепции на основе комплексной диагностики исходной ситуации является наиболее сложной и трудоёмкой процедурой.

Перестройка мышления в направлении широкого использования методов «свободного проектирования» требует большого искусства и определённого времени для подготовки или переподготовки проектировщиков всех специальностей.

## Библиографический список

1. Новиков В.А. Архитектурно-эстетические проблемы реконструкции промышленных предприятий. – М.: Стройиздат, 1986. – 167 с.
2. Булгаков С.Н. Философия, концепция и принципы создания современных производственных зданий. URL: [http://www.gvozdik.ru/analit/1912.html](http://www.gvozдик.ru/analit/1912.html) (дата обращения 30.04.2013).
3. Фридман И. Научные методы в архитектуре. – М., Стройиздат, 1983. – 160 с.
4. Нанасов П.С. Управление проектно-строительным процессом (теория, правила, практика) учеб, пособие.– М.: Издательство АСВ, 2008.– 160 с.
5. Меерович М.Г. Альберт Каи в истории советской индустриализации. // Проект Байкал, 2009, № 20.
6. Ким Н.Н., Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1987. – 386 с.
7. Генин В.Е. Проектные решения административно-бытовых зданий реконструируемых предприятий. – Киев: Будивельник, 1987. – 119 с.

УДК 725.573:699.841

## СОЗДАНИЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВАЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В СФЕРЕ ДЕТСКИХ САДОВ С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

**Бизунов А.В.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: timelords\_1@mail.ru*

В статье рассматриваются вопросы сейсмики, категории грунтов, балльности землетрясений, требования к строительству зданий в сейсмических районах. На основе полученных данных рассматриваются основные конструкции и элементы здания. Также оговариваются вопросы проектирования в сейсмических районах.

Ключевые слова: сейсмика, объемно-планировочные решения, грунты, балльность, фундамент, несущие кирпичные стены, армирование.

Сейсмические районы – это районы, в которых возможны землетрясения. Землетрясения - это колебания поверхности Земли. Они могут быть как слабыми, так и настолько катастрофическими, что разрушают целые города с лица Земли. Колебания земли могут вызываться самыми различными причинами – от проезда тяжелой транспортной техники до извержения вулкана. Самые крупные землетрясения происходят при разрыве и перемещении горных пород в местах столкновения гигантских тектонических плит, из кото-

рых состоит земная кора.

К строительству зданий и сооружений в сейсмических районах предъявляются особые требования [1].

Сейсмичность пункта строительства уточняется по картам сейсмического микрорайонирования. Сейсмическое микрорайонирование территорий строительства и населенных мест производится по материалам, характеризующим физико-механические свойства грунтов, геологические и гидрогеологические условия и рельеф местности.

Наиболее благоприятными в сейсмическом отношении грунтами являются не выветренные скальные и полускальные породы, а также плотные и маловлажные крупнообломочные грунты. Неблагоприятными грунтами являются насыщенные водой гравийные, песчаные и глинистые (макропористые), а также пластичные, текучие глинистые (не макропористые) грунты.

Основные типы грунтов с точки зрения их сейсмической устойчивости делят на три категории [1]. К первой категории относят скальные и полускальные, а также особо плотные крупноблочные породы при глубине уровня грунтовых вод не менее 15 м; ко второй категории – глины и суглинки, пески и супеси при толщине слоя менее 8 м, а также крупнообломочные грунты при толщине слоя 6-10 м; к третьей категории – глины и суглинки, пески и супеси при толщине слоя менее 4 м, а также крупнообломочные грунты при толщине слоя менее 3 м.

При строительстве на грунтах первой категории расчетную сейсмичность района строительства, определяемую по картам, можно снизить на 1 балл. Грунты второй категории соответствуют нормативной балльности сеймики, определяемой по картам. При грунтах третьей категории 6 и 7-балльную сейсмичность нужно повысить на 1 балл, а при 9-балльной нормативной сейсмичности рекомендуется подобрать другую строительную площадку с меньшей сейсмичностью.

При проектировании зданий и сооружений, предназначенных для строительства в сейсмических районах, следует применять конструктивные решения, позволяющие до минимума снижать сейсмические нагрузки. Поэтому рекомендуют применять симметричные конструктивные схемы, легкие ограждающие конструкции и такие несущие относительно обеих осей здания в плане конструкции, которые обеспечивают развитие пластических деформаций в элементах и стыках.

При проектировании зданий и сооружений, возводимых в сейсмических районах, кроме расчета конструкций на обычные нагрузки (собственный вес, временные и другие нагрузки) проводятся расчеты на воздействие сейсмических сил, которые условно принимают действующими горизонтально. Сила землетрясения устанавливается по 12-балльной шкале.

При проектировании особо ответственных зданий и сооружений значеня, которых определяют обычным способом 6 и 7-балльную сейсмостойкость переводят в 8 и 9-балльную, а при 9-балльной нормативной сейсмич-

ности расчетные сейсмические нагрузки умножают на дополнительный коэффициент 1,5.

Здания должны иметь простую форму плана (квадрат, прямоугольник, круг и т. п.). Здание сложной формы должно быть разделено на отсеки простой формы. В каждом отсеке необходимо соблюдать жесткость и симметричность расположения несущих вертикальных конструкций.

Согласно приведенным данным для примера используем конструктивную схему бескаркасную с продольными несущими каменными стенами. Здание имеет квадратную форму в плане. Являясь, по сути, комплексом взаимосвязанных зданий, т.е. сложной формы его разбивают на более простые формы. Поскольку здание имеет несущие стены, необходимо определиться с фундаментами.

В зданиях с несущими стенами предусматривают ленточные фундаменты, по подушке фундамента и по обрезу устраивают армированные пояса, выполненные укладкой 4 продольных стержней диаметром 8-12 мм. связанные через 30-40 см поперечными стержнями диаметром 6 мм. Для сейсмостойких зданий можно применять и свайные фундаменты. Ростверк в пределах отсека устраивают непрерывным, нижним, в одном уровне.

К несущим кирпичным стенам предъявляются следующие требования:

В зданиях с несущими стенами из кирпича или каменной кладки, кроме наружных продольных стен, должно быть не менее одной внутренней продольной стены. При этом соблюдают требования по минимальной ширине простенков и максимальной ширине проемов.

Сейсмостойкость каменных стен зданий повышают арматурными сетками, вертикальными железобетонными элементами (сердечниками), предварительным напряжением кладки. В уровне перекрытий и покрытий зданий устраивают антисейсмические железобетонные пояса по всем продольным и поперечным стенам. Связь поясов с кладкой может быть усилена выпусками арматуры и железобетонными анкерами.

Антисейсмические пояса устраивают на всю ширину стены. Высота поясов должна быть не менее 150 мм. Их возводят из бетона класса не ниже В12, 5 и армируют четырьмя продольными стержнями диаметром 10 и 12 мм при расчетной сейсмичности соответственно 7, 8 и 9 баллов. Кроме того, армируют горизонтальной арматурой все угловые участки наружных стен и сопряжения внутренних стен к наружным. Аналогичное армирование применяют для стен из монолитного бетона.

Проемы большой ширины и узкие простенки окаймляют железобетонной рамкой (рисунок 1). Перемычки устраивают, как правило, на всю толщину стены и заделывают в кладку на глубину не менее 350 мм (при ширине проема до 1,5 м - не менее 250 мм)

Лестницы рекомендуется применять крупнообъемные с заделкой в кладку не менее чем на 250 мм, с анкерованием или с надежными сварными

креплениями. Консольная заделка ступеней не допускается. Дверные и оконные проемы при сейсмичности 8 и 9 баллов должен иметь железобетонное обрамление.

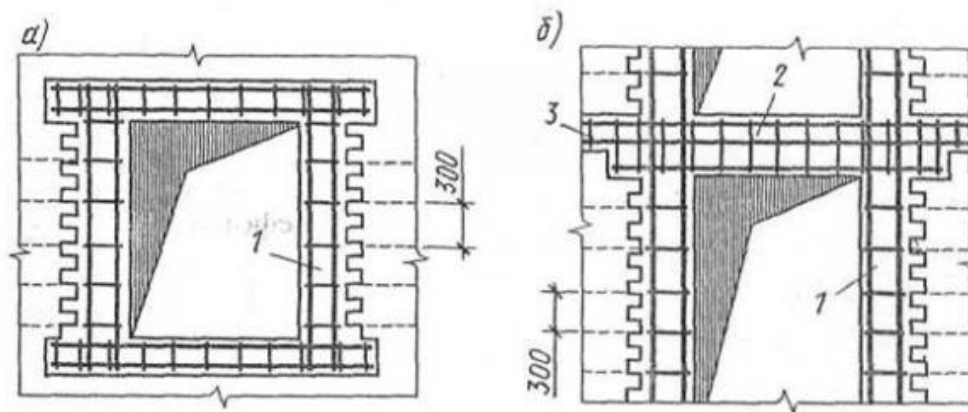


Рисунок 1.1 Усиление граней оконных (а) и дверных (б) проемов:  
1 - железобетонный сердечник; 2 - железобетонная перемычка, объединенная с обвязкой; 3 - железобетонная обвязка

Перегородки следует применять крупнопанельные или каркасной конструкции, причем они должны быть надежно связаны с перекрытиями и стенами или колоннами. Балконы должны выполняться в виде консольных выпусков панелей перекрытий (или надежно с ними соединяться). Вынос балконов допускается при сейсмичности 7 баллов 1,5 м, а при сейсмичности 8-9 баллов 1,25 м. Отделку помещений следует производить с использованием легких листовых материалов (сухой штукатурки, фанеры, древесноволокнистых плит и т. п.).

Кирпичная кладка хорошо работает на действия сжимающих усилий и значительно хуже воспринимает растягивающие и изгибающие усилия. В отличие от обычных условий работы кладки, когда она, в основном воспринимает статически действующие сжимающие нагрузки с небольшими эксцентриситетами, при сейсмических воздействиях в кладке стен возникают разнообразные сочетания динамических нагрузок. Опыт землетрясений показывает, что при отсутствии или недостаточности мер, принятых для повышения сейсмостойкости каменных конструкций, кладка подвергается более или менее значительным повреждениям даже при сравнительно небольшой интенсивности землетрясений.

Кирпичная кладка без усиления и плохой монолитности подвергается во время толчков наиболее тяжелым и массовым повреждениям. Это происходит потому, что при землетрясении в кладке возникают самые разнообразные сочетания нагрузок. На сейсмостойкость каменной кладки сильно влияют не только качество материалов, но и принятые объемно-планировочные и конструктивные решения.

Подводя итог можно отметить, что принятые объемно-планировочные и конструктивные решения полностью соответствуют [1] и [4]. Все принятые

решения способствуют успешному функционированию детского сада. Проведенные изыскания подтверждают, что место строительства, выбранные фундаменты и правильное обеспечение сейсмической безопасности согласуются с приведенными выше требованиями.

### Библиографический список

1. СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*» М.- 2014г.
2. Сафаргалиев С.М. «Сейсмостойкие каменные конструкции» М.-1992 г.
3. Уздин А.М. «Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений» С. Петербург – 1993 г.
4. СП 15.13330.2012"СНиП II-22-81\*. Каменные и армокаменные конструкции". Утвержден приказом Министерства регионального развития РФ от 29 декабря 2011 г. N 635/5.
5. СП 45.13330.2012 «Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87» М.- 2012г.

УДК 624.94.012.45

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОРГОВО-СЕРВИСНОГО ЦЕНТРА

Агеева Д.В.

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

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

В статье рассматриваются особенности проектирования торгово-сервисного центра. На первом предпроектном этапе собирается информация об участке. Проводятся изыскательские работы и исследования, в том числе, инженерные, геологические, геодезические и т.д.

Ключевые слова: проект, смета, рабочая документация, каркас, конструкции, пространственная жесткость.

Полученные данные после анализа лягут в основу градостроительного обоснования и получения первых разрешений. Особое внимание будет уделено проекту планировки, позволяющему обозначить границы и провести межевание. Комплекс должен органично вписаться в квартал и микрорайон, но в то же время привлечь к себе внимание.

После согласования идет разработка различных проектов, связанных с благоустройством и строительством. Это удастся сделать в тот момент, когда будет найдено архитектурное и дизайнерское решение.

Весь земельный участок нужно правильно разделить под саму застройку, склады, двор и подсобные помещения. Нельзя забывать об автосто-

янке. Она может быть подземной или располагаться вблизи, если позволяет территория.

Рядом с комплексом нередко располагаются специализированные магазины. Внутри находятся кафе, бары и рестораны, кинотеатры и детские комнаты.

Дизайнерская идея самого комплекса поможет создать дизайн-проект ландшафта, куда войдут все элементы для благоустройства и озеленения участка.

В проектах, смете и рабочей документации будут обозначены этапы проведения всех работ, необходимые строительные материалы, количество техники и рабочих, точные сроки.

Грунт в районе строительства торгово-сервисного центра – суглинок. Проектируемое здание имеет прямоугольную форму с размерами в плане 54 м × 16,2 м. Здание 6-и этажное с высотой этажа 3,3 метра, с подвалом высотой 2,0 метра. Шаг колонн в продольном направлении 5,4 м, в поперечном направлении по оси А-Б и В-Г 6,6 м, а по оси Б-В 3 м. Связь между этажами осуществляется с помощью лестниц и лифтов. Для эвакуации людей в здании предусмотрено три выхода, два из которых расположены по торцам здания.

Несущими конструкциями здания являются колонны сечением 400×400 мм, ригели с полками под плиты перекрытия/покрытия сечением 450×520 мм, установлены диафрагмы жесткости сечением 160 мм, их совокупность обеспечивает прочность, жесткость и общую устойчивость здания.

В разрабатываемом здании запроектирован отдельностоящий, монолитный фундамент на естественной основе. Для опирания колонн приняты подколонники стаканного типа. Обрез фундамента располагается на отметке – -2,100 м под железобетонные колонны. Размер подошвы фундамента – 2,4×2,4×0,6. Высота фундамента  $h=1,5$  м. Объем бетона 4,7 м<sup>3</sup>.

Для проектирования данного многоэтажного здания принимаем смешанный каркас.

Колонны и ригели выполнены по серии 1.020-1/87 «Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий».

Пространственную жесткость связевого каркаса от действия горизонтальных усилий обеспечивается путем установки сборных ж/б диафрагм жесткости (связей), принятые по серии 1.020-1/87 «Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий».

Плиты покрытия и перекрытия приняты по серии 1.141-1.

Лестничные марши выполняются по серии 1.050.1-2.

Панели трехслойные из легкого бетона на жестких связях с эффективным утеплителем по серии 1.232.1-7 применяют в качестве навесных стен.



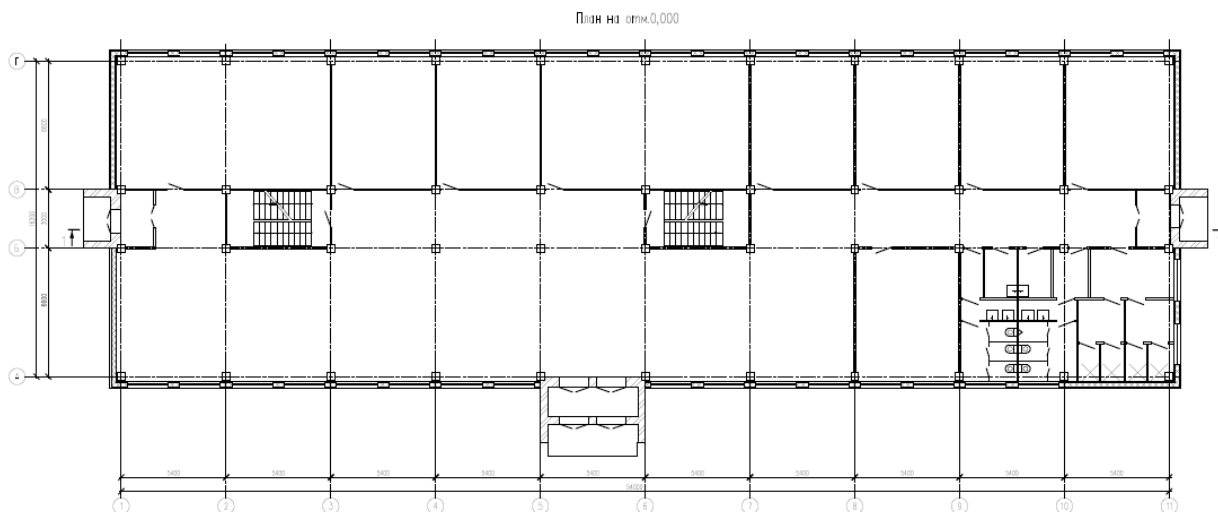


Рисунок 1 – План здания

Здание районного центра в соответствии с Техническим регламентом о «Требованиях пожарной безопасности» относится:

- по огнестойкости – к II степени;
- по классу функциональной пожарной опасности – к классу Ф4.3;
- по взрывопожарной и пожарной опасности – к категории Д;
- по конструктивной пожарной опасности – к классу С0.

Сегодня особое внимание уделяют экономии природных ресурсов и вопросам безопасности. Крупный центр должен отвечать строгим нормативам, иначе не удастся получить разрешение на строительство.

Допускается размещение складов на одном или каждом этаже. Для перемещения товаров используют грузовые лифты и платформы, транспортеры и тележки, винтовые спуски и желоба.

Витрины постоянно обновляются, поэтому необходимо обеспечить к ним свободный доступ, но не занимать большую площадь зала.

Отдельный вход для персонала облегчает быструю доставку товара, если не установлены специальные лестницы.

Инженерное оборудование и склады располагаются в подвальных помещениях. Только при этом здесь нельзя допустить сообщение через лифт или спускные желоба, используются только двери.

Все несущие конструкции и перекрытия между этажами огнестойкие.

В торгово-сервисном центре установлена система кондиционирования воздуха.

Въезд и выезд на хозяйственный двор располагаются как можно дальше друг от друга. Две выходные и запасные двери на первом этаже открываются наружу.

Для пола смонтирована плитки из камня, керамики или композита, а также поливинилхлорида с ковровым покрытием.

Установлена современная система противопожарной сигнализации и оповещения. Безопасность особенно важна, когда речь идет о постоянном

наплыве посетителей торгово-сервисного центра.

#### Библиографический список

1. ФЗ РФ от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" – Введ 01.05.2009.- М., 117 с.

2. Серия 1.020-1/87 «Конструкции каркаса межвидового применения для многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий». – введ. 12.12.1990. - М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 2014.– 138 с.

3. СП 22.13330.2011 «Основания и фундаменты» Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83\*[Текст].– введ. 2011-05-20.- М.: ОАО «ЦПП», 2011.– 166 с.

4. Архитектура гражданских и промышленных зданий [Текст]: учебник для вузов в пяти томах/ под. ред. В.М. Предтеченского, Основы проектирования. Изд.2-е, перераб.и доп. М.: Стройиздат, 1976.- 215с.

УДК 725.42:629.3

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦЕХА ПО РЕМОНТУ СПЕЦТЕХНИКИ

**Семенова А.Г.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: annasemenova2006@yandex*

В статье рассматриваются решения проектирования цеха по ремонту спецтехники. Цех предназначен для размещения оборудования и рабочих мест, необходимых для ремонта и обслуживания специальной и строительной техники. Объемно-планировочное решение здания следует принимать в связи с назначением, технологическим процессом, электробезопасности и учета климатических условий строительства.

Ключевые слова: ремонт, спецтехника, цех, сборный железобетон, подкрановая балка, охрана труда, безопасность и экологичность.

В современном городе постоянно работает достаточно большое количество спецтехники, которая нуждается в регулярном ремонте и обслуживании.

Под категорию спецтехники попадает огромное количество все возможных машин и оборудования:

- строительная техника – автокраны, экскаваторы, бульдозеры, бетономешалки и т.д,
- дорожная техника – катки, асфальтоукладчики, грейдеры и т.д,
- коммунальная техника – мусоровозы, подъемники, ассенизаторы, снегоборочная техника,

- грузовой транспорт и всевозможные прицепы,
- пассажирский транспорт,
- навесное гидравлическое оборудование,
- прочая техника.

В процессе эксплуатации автомобиля его надежность и другие свойства постепенно снижаются вследствие изнашивания деталей, а также коррозии и усталости материала, из которого они изготовлены. В автомобиле появляются различные неисправности, которые устраняются при техническом обслуживании и ремонте. Существенное значение для решения проблемы управления техническим состоянием автомобиля имеет планово-предупредительная система техосмотра и ремонта подвижного состава, регламентирующая режимы и другие нормативы по его содержанию в технически исправном состоянии. Важным элементом решения проблемы управления техническим состоянием автомобилей и другого специализированного оборудования является совершенствование технологических процессов и организации производства технического осмотра и ремонта автомобилей и оборудования, технологических приемов, оборудования постов и рабочих мест. Современное авторемонтное производство располагает в настоящее время механизированными поточными линиями разборки-сборки, совершенными способами ремонта деталей, высокопроизводительным оборудованием, прогрессивными технологическими процессами. Основным источником повышения производительности труда при ремонте автомобилей и агрегатов является механизация производственных процессов на основе концентрации производства. При этом особенно механизация разборочных, моечных, дефектовочных и сборочных работ имеет первостепенное значение, т.к. при этом также значительно повышается культура производства и как следствие качество ремонта. Важное значение также имеет механизация трудоемких процессов внутрицехового и межоперационного транспортирования автомобилей, агрегатов и деталей, т.к. они оказывают непосредственное влияние на снижение себестоимости и значительно облегчают труд рабочих. Повышение качества ремонта имеет значение, т.к. при этом увеличивается эффективность работы оборудования и в целом всего автомобильного транспорта: возрастает количество технически исправных автомобилей, снижаются расходы на эксплуатационные ремонты и др.

В настоящее время, когда важное значение имеют высокие темпы строительно-монтажных работ, сборность конструкций приобрела актуальность, что выражается в ряде ее преимуществ перед монолитным железобетоном:

- заводское изготовление строительных изделий – важный фактор индустриального строительства. И применение сборных ж/б конструкций и деталей превращает строительную площадку в монтажную, что значительно сокращает сроки возведения зданий и сооружений;

- широкое применение строительно-монтажных машин снижает трудоемкость работ, облегчает труд рабочего, повышает качество работ, ускоряет темп производства, и в следствие этого, удешевляет строительство. Недо-

статками сборного ж/б является однотипность, монотонность застройки, а также трудоёмкость заделки стыков и большой вес строительных конструкций. Поэтому, основной задачей в развитии строительства из сборного ж/б является дальнейшее снижение веса конструкций за счет применения предварительно-напряженного ж/б, пористых и легких заполнителей.

Грунт в районе строительства цеха – суглинок мягкопластичный.

Цех – это прямоугольное в плане здание. Размеры здания в осях 36×72 м. Здание цеха одноэтажное, двухпролетное, из сборного железобетона, отапливаемое, с естественным освещением, высотой 12 м. Стеновое ограждение – трехслойные панели из стеклопластика, заполненные утеплителем. Здание оборудовано мостовыми кранами грузоподъемностью 10 т. Мостовые краны состоят из несущего моста, перекрывающего рабочий пролет цеха, механизма передвижения вдоль подкранового пути, передвигающейся вдоль моста тележки с механизмом подъема, и кабины управления, подвешенной к мосту. Краны передвигаются по рельсам, уложенным по подкрановым балкам, которые монтируются на консоли колонн каркаса здания. Расстояния между осями крановых путей мостовых кранов унифицированы и приведены в соответствие с пролетами зданий.

В здании предусмотрено пятеро ворот в наружных стенах для пропуска автотранспорта. Рулонная кровля уложена по панелям-оболочкам КЖС, опертым на подстропильные балки. При формировании генерального плана предусмотрено разделение грузовых и людских потоков.

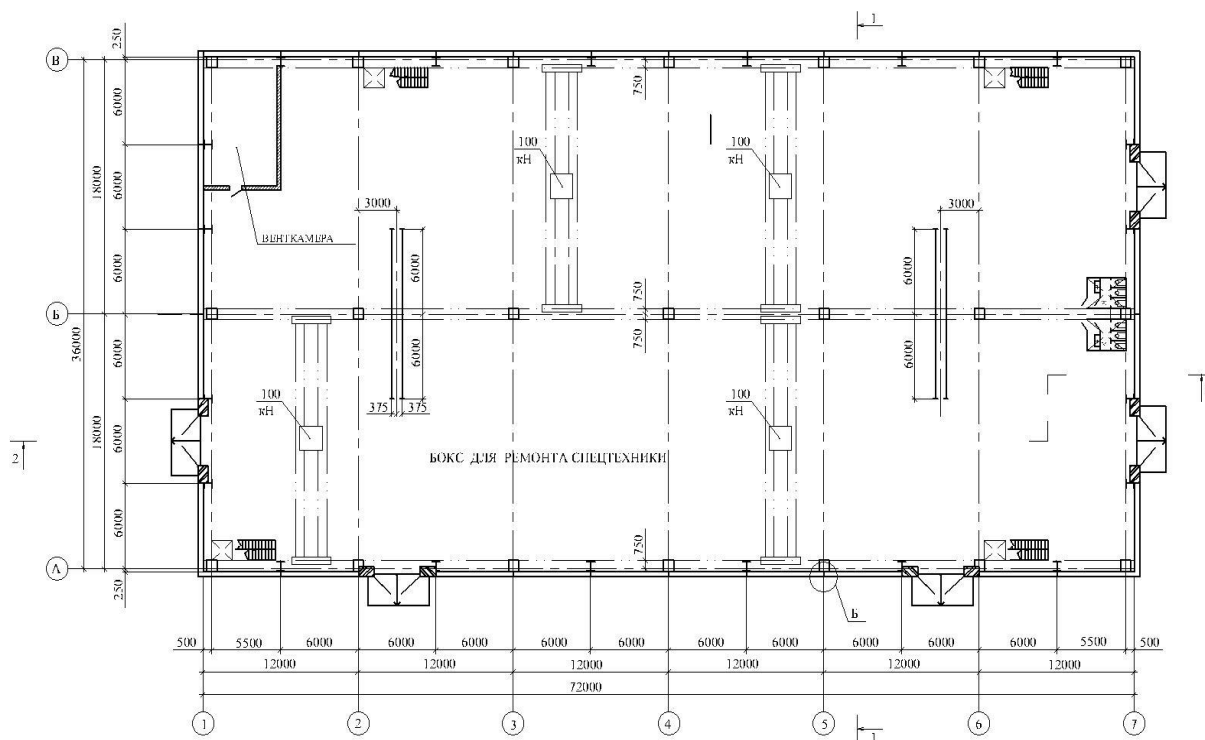


Рисунок 1 – План здания

До начала монтажа каркаса должны быть выполнены все подготови-

тельные работы:

- создана геодезическая основа строительства, разбиты и приняты оси здания и реперы;
- смонтированы необходимые временные сооружения;
- закончено устройство временных дорог, подъездных путей и складских площадок, рассчитанных на запас конструкций, предусмотренных ППР, с учетом календарного графика монтажа;
- проложены коммуникации;
- возведены фундаменты под колонны;
- осмотрены, налажены и приняты монтажные механизмы, приспособления и оборудование;
- оформлены все необходимые документы на скрытые работы;
- выполнена планировка грунта, организован водоотвод;
- завезены и уложены в соответствии с технологическими схемами сборные железобетонные конструкции.

Для обеспечения безопасности работающих на монтажной площадке необходимо: оградить зону монтажа; установить щиты с предупредительными надписями и сигналами; поставить указатели проездов и проходов; устроить искусственное освещение проездов, проходов и рабочих мест для работы в темное время суток.

Основными опасными и вредными производственными факторами, которыми сопровождается эксплуатация машин, являются: действие механической силы, возможность поражения электрическим током, неблагоприятные факторы производственной среды (микроклимат, шум, вибрация, запылённость, загазованность рабочей зоны, тепловое воздействие), повышенные физические и нервно-психические нагрузки, несоответствие рабочего места требованиям эргономики.

Действие механических факторов проявляется в следующей форме: наезд на людей, опрокидывание машин, травмирование работающих движущимися механизмами, частями и деталями, а также падения с высоты.

Возможность поражения электрическим током обусловлена случайным прикосновением к токоведущим частям и прикосновением к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции или по иным причинам.

В цехе предусматривают пути вынужденной (аварийной) эвакуации людей из помещений. Время эвакуации устанавливается нормами и зависит от характера производства. Аварийная эвакуация людей из зданий обычно происходит в условиях высоких температур, задымления и загазованности. Для быстрой и безопасной эвакуации людей необходимы достаточное количество выходов, определенная протяженность и ширина путей эвакуации и эвакуационных выходов. Пути эвакуации должны быть по возможности прямыми и без пересечения другими потоками. Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. Обычно разрабаты-

вают специальную схему эвакуации людей из здания, а всех работающих в здании людей предварительно оповещают о порядке эвакуации при возможных аварийных условиях.

#### Библиографический список

1. Технология возведения зданий и сооружений [Текст]/ под ред. В.И. Теличенко. – М.: Высшая школа, 2002.
2. Технология возведения полносборных зданий [Текст]/ под ред. А.А. Афанасьева. – М.: Высшая школа, 2000.
3. Михеев, А.П. Промышленные здания [Текст] / А.П. Михеев.– М.: АСВ, 2013.
4. Шубин, Л.Ф. Промышленные здания [Текст]/ Л.Ф. Шубин, И.Л. Шубин.– М.: Бастет, 2010.

УДК 69.036.1: 694.1

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

**Баранова Н.В.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: bar\_natalia@mail.ru*

В статье рассматриваются особенности проектирования индивидуального жилого дома из оцилиндрованного бревна. Объемно-планировочное решение здания следует принимать в связи с назначением и учета климатических условий строительства.

Ключевые слова: дом, оцилиндрованное бревно, рубленый фронтон, сруб, древесина, усадка сруба.

Все стремятся к тому, что бы иметь свою крышу над головой, и индивидуальный жилой дом – отличное решение этого вопроса, а кроме того, к этому еще добавляется чистый воздух, тишина, сад и огород.

По конструкции индивидуальные дома можно разделить на две группы: дома со стенами из натурального камня, кирпича и бетона и дома, построенные из дерева. Деревянные дома, в свою очередь, можно разделить на каркасные, бревенчатые, рубленые и панельные.

Деревянные дома по-прежнему пользуются огромной популярностью по своим экологическим свойствам, техническим и тепловым характеристикам. А так же по комфортности и санитарно-гигиеническим требованиям. Деревянный дом намного быстрее прогревается, и при этом медленно «выстужается». В деревянном доме не бывает ощущения сырости, как в кирпичном. В виду того, что дерево «дышит», влага, находящаяся в помещении, выходит наружу и в доме, за счет этого поддерживается благоприятный для

жизни человека микроклимат. В таком доме человек высыпается намного быстрее, чем в кирпичных стенах. Проживание в доме из хвойных, пород дерева, сродни прогулкам по сосновому бору. Рубленый дом — это проверенный временем способ возведения красивого и экологичного жилища. Чтобы получить качественный результат, необходим взвешенный и продуманный подход, а также тщательный контроль всех этапов строительства.

Дерево является одним из самых распространённых строительных материалов на земле, насчитывающим многовековую историю. Из дерева строят дома, бани, церкви, возводят элитные коттеджи и временные постройки. Повсеместная распространённость и доступность древесины, обеспечивают этому материалу повышенную привлекательность в глазах застройщиков.

Древесина обладает целым рядом достоинств: низкая теплопроводность (чем ниже, тем теплее будет в доме), высокая прочность, малая плотность и вес, проста в обработке.

Одним из недостатков деревянных домов является то, что такие дома горючи. Но при обработке антипиренами этот недостаток легко устраняется.

При строительстве готовое здание сразу приобретает эстетический вид без какой-либо дополнительной отделки и облицовки фасада.

Весь процесс строительства делится на два этапа: первый - подготовительные работы, устройство фундамента, возведение сруба с межэтажными перекрытиями и конструкцией крыши; и второй - отделочные работы (устройство оконных и дверных проемов, устройство полов, монтаж кровли). Между этими двумя этапами необходимо, что бы прошло не менее 6 месяцев, именно за такой срок происходит усадка сруба.

Для утепления сруба между оцилиндрованными бревнами в паз укладывается утеплитель.

Дачные дома, бани и не дорогие дома для постоянного проживания выгодно строить из свежего напильного бревна естественной влажности.

Процесс сушки бревна в стене продолжается довольно долго. Окончательно бревно достигает равновесной влажности в течение 3-5 лет. Особенно сильно влажность снижается в первый год сушки. На протяжении всего этого времени меняются и размеры бревна. При высыхании в бревне появляются глубокие трещины, в которые легко проникает вода и холод.

С этими свойствами древесины строительного бревна приходится серьезно считаться при возведении бревенчатых домов.

Если стены из бревна не будут обшивать, то одну или две грани бревна до укладки в стену строгают или шлифуют и снимают фаски с ребер.

При выборе размеров бревна и конструкции стен дома необходимо учитывать, что дом со стенами из бревна большей толщины все же имеет другие преимущества. Например, чем больше сечение бревна, тем меньше он коробится при высыхании, тем меньше деформируются стены. Толстая стена дома имеет более высокую теплоемкость — служит хорошим аккумулятором тепла, в доме лучше звукоизоляция и устойчивость к вибрации.

Бревна нижней обвязки по контуру стен укладывают на ленту цоколя через слой гидроизоляции. Поверхность цоколя промазывают битумной мастикой, на которую укладывают слой гидроизола.

Снаружи размеры нижней обвязки рекомендуется делать меньше габаритов фундамента на 50-70 мм. с каждой стороны. На наружный выступ фундамента опирают бруски обшивки, а стык между цоколем и обвязкой закрывают металлическим листом – отливом. К тому же, если стены сильно свисают с фундамента, то это выглядит некрасиво.

Бревна нижней обвязки и деревянные детали цокольного перекрытия рекомендуется прострогать и обработать защитным антисептиком. Биозащитный состав должен быть предназначен для обработки сырой древесины. Строганная и пропитанная древесина дольше не загнивает.

Еще одной конструктивной особенностью деревянных домов в традициях русского деревянного зодчества является устройство самцовых фронтонов. Такие фронтоны сложнее своих каркасных аналогов, а затраты на дополнительный материал могут составлять 1/3 общей стоимости сруба. Но зато деревянный дом с такой конструкцией выглядит более целостно, гармонично, отлично удерживает тепло и соответствует лучшим образцам традиционно русской архитектуры. Рубка самцов осуществляется бригадой опытных мастеров прямо на месте строительства.

Сборка рубленного фронтона выполняется с использованием межвенцового уплотнителя. В этой роли обычно выступает джут, мох, пакля, волокно льна. Эти материалы уплотняют щели, возникающие в процессе усадки сруба, предотвращая теплопотери. Традиционно пространство между самцами прокладывали мхом, сейчас он считается самым дорогим уплотнителем. Поэтому чаще используются более дешевые, но настолько же эффективные ленточные материалы на основе джута и льноволокна.

При рубке самцовых фронтонов необходимо учитывать следующие особенности этой конструкции:

- Чем выше фронтонная стена дома, тем больше будет усадка за 1 год эксплуатации дома. Поэтому высокие двухэтажные дома из бревна лучше оставить для усадки на 1-1,5 года, чтобы он принял свои окончательные размеры, а затем приступать к возведению крыши и внутренней отделке;

- Из-за треугольной формы самцового фронтона усадка этой части стены происходит неравномерно. Более короткие верхние самцы усаждаются и изменяются в размерах больше, чем нижние. Такая схема усадки приводит к изменению геометрии крыши и разрушению контракции, если крепление выполнялось без компенсационных элементов;

- Если для возведения крыши используется стандартная конструкция стропильного каркаса, в которой скаты облокачиваются на фронтонные стены, во время усадки самцов может происходить выпадение верхних венцов сруба. Чтобы предотвратить такую ситуацию, стропила прикрепляют с помощью металлических скоб или специальных креплений ползунов.

- Чтобы компенсировать усадку стропил при жесткой фиксации к сте-



нам, коньковое соединения выполняют с небольшим зазором. Так как при высыхании древесины, стропильные ноги не могут опуститься вниз, они приподнимаются, а затем смыкаются в районе конька.

В заключении можно отметить, что деревянные дома обладают прекрасными теплоизоляционными свойствами в сочетании с неповторимым внешним видом и экологичностью.

Дома из дерева – это прекрасный вариант для тех, кто остановил свой выбор на строительстве индивидуального дома, при этом заботясь о своем здоровье и здоровье своих близких.

#### Библиографический список

1. Иванов В.Ф. Конструкции из дерева и пластмасс / В.Ф. Иванов – М.: Высшая школа, 1966 г.
2. Зубарев Г.Н. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебн. пособие-2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высшая школа, 1990,- 287 с.
3. Конструкции из дерева и пластмасс. Учебник для вузов. Под ред. Г. Г. Карлсена и Ю.В.Слицкоухова. 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Стройиздат, 1986, 543 с.

УДК 725.4.012

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНОГО ЦЕХА

Костромин П.С.

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: pav.kostromin2014@yandex.ru*

В статье рассматриваются решения проектирования литейного цеха. Цех предназначен для размещения оборудования и рабочих мест, необходимых для отливки металлических изделий. Объёмно-планировочное здание принято в связи с назначением помещения, устройством рабочего процесса и учётом климата.

Ключевые слова: цех, железобетон, колонна, ферма, подкрановая балка, стропильные конструкции, охрана труда, эргономичность, заземление.

Все оборудование литейного цеха делится по способу применения на:

1. плавильное;
2. формировочное;
3. стержневое;
4. смесеприготовительное;
5. очистительное;

Оборудование для подготовки шихтовых смесей. Все это изобилие

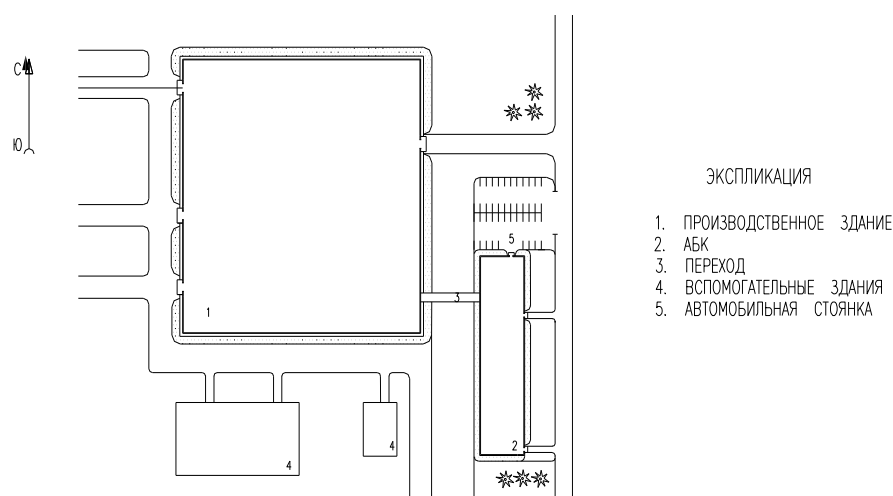
машин и аппаратов обеспечивает качественную работу цеха на каждом этапе производства. Как и на любом предприятии, при выборе оборудования нужно отталкиваться от заданных требований. Прежде всего, важным показателем является объем вырабатываемой продукции, а также ее качественные показатели и характеристики. При выборе оборудования нужно учитывать уже существующую степень механизации и автоматизации литейного производства. Немаловажными показателями является степень безопасности и уровень надежности оснащения.

Плавильное оборудование литейного цеха имеет значительную задачу на производстве. К этому типу агрегатов относятся:

1. муфельная печь;
2. электрическая дуговая печь;
3. индукционная плавильная печь;
4. газовая плавильная печь.

Все плавильные печи изготавливаются из стали с применением огнеупорных материалов и изоляторов тепла, что гарантирует их стойкость в процессе производства.

В здании предусмотрены помещения, где расположен трансформатор, вентиляционные камеры, склады, плавильное отделение смесеприготовительное отделение, формовочное отделение, стержневое отделение, обрубное отделение.



1 – производственное здание; 2 – АБК; 3 – переход;  
4 – вспомогательные здания; 5 –автомобильная стоянка.

Рисунок 1 - Схема генплана

Грунт в районе строительства электромеханического цеха – суглинок.

Основным типом производственного здания является заблокированное здание крупных размеров в плане с унифицированной сеткой колонн, объединяющее ряд отделений под одной крышей и отличающееся высокой степенью сборности. Группы соседних предприятий объединяются в промышленные узлы с общими вспомогательными производствами, инженерными

сооружениями, с единой системой обслуживания.

Литейный цех представляет собой многопролетное здание с формой в плане близкой к квадратной.

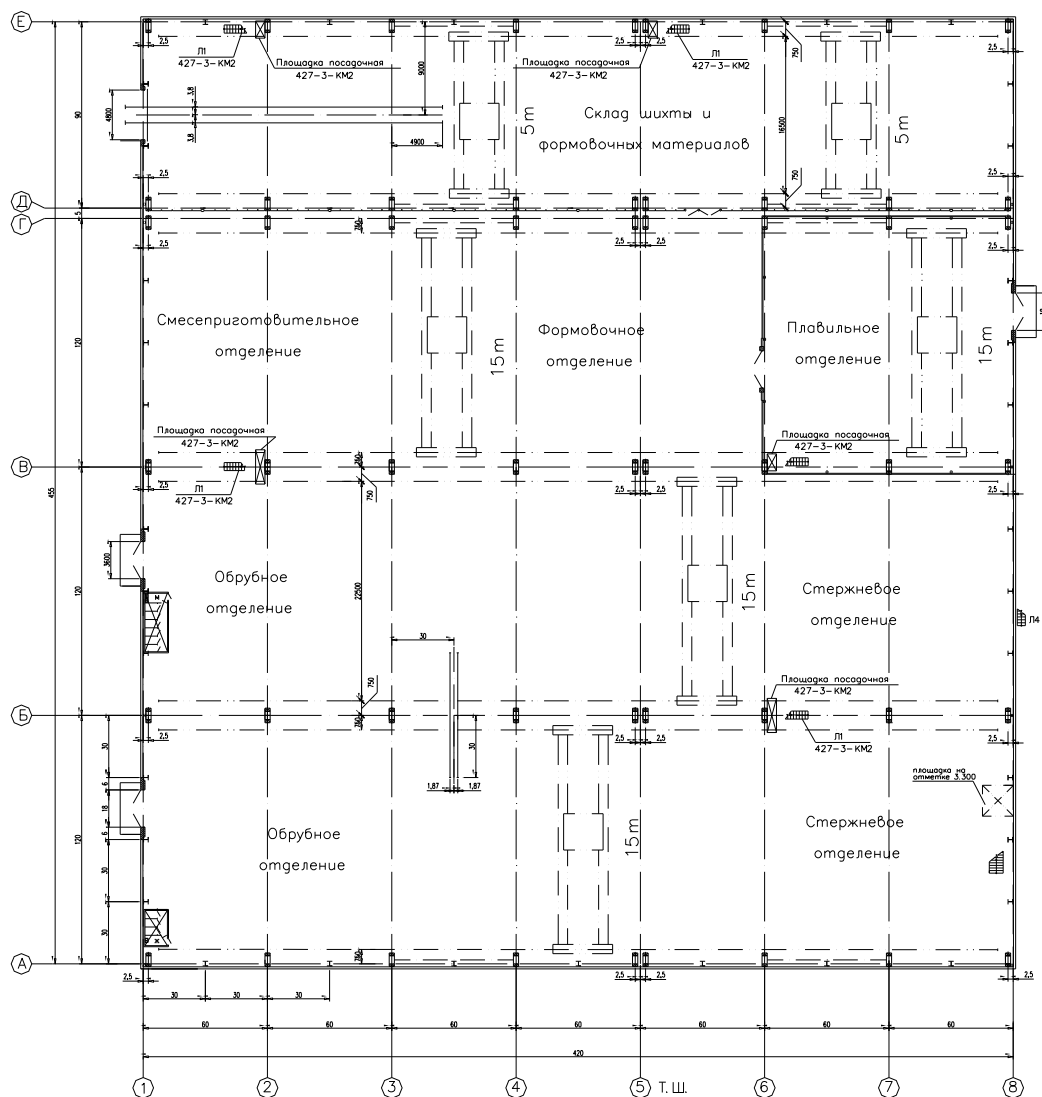


Рисунок 2 – План литейного цеха

Здание одноэтажное четырехпролетное с размерами в плане 84x91м. По объемно-планировочному решению здание представляет собой схему пролетного типа с тремя параллельных пролетами по  $L_1=L_2=L_3=24$  м и одним пролетом с  $L_4=18$  м. Шаг колонн по наружным и внутренним осям  $B = 12,000$  м. В трех пролетах по 24 м высота от чистого пола до низа несущих стропильных конструкций равна  $H_1 = 14,4$  м, а в пролете на 18м высота равна  $H_2 = 10,8$  м. В месте перепада высот между пролетами предусматривается вставка 1000 мм. В оси 5 предусматривается температурный шов со сбивкой колонн по 500 мм от оси.

По типу подъемно-транспортного оборудования данное промышленное здание относится к крановому (с мостовыми кранами).

Внутрицеховой транспорт – мостовые электрические краны, в пролетах А-Б, Б-В и В-Г предусматривается по два крана грузоподъемностью  $Q_1=15$ , а в

пролетах Д-Е два крана в пролете, грузоподъемностью  $Q_2=5$  т.

Для передачи из пролета в пролет и из одного отделения в другое в проекте предусмотрена передаточная тележка.

1. склад шихты и формовочных материалов;
2. плавильное отделение;
3. смесеприготовительное отделение;
4. формовочное отделение;
5. стержневое отделение;
6. обрубное отделение.

Для эвакуации людей в здание предусмотрено трое распашных ворот. Железнодорожные ворота подъемно-секционные 4,8x5,4 м с автоматическим управлением. Здание с естественным освещением. В соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями установлены санитарные узлы.

Для всех групп станков общие требования безопасности заключаются в правильном размещении оборудования в соответствии с технологией производства, соблюдением допустимых расстояний между станками и от станков до стен здания. Во избежание захвата одежды движущимися частями станка, одежда не должна иметь рваных ниток и на рабочем должна быть застегнута, а движущиеся части станков должны иметь ограждения и кожухи. Также во избежание ранения лица и глаз рабочего в зоне резания устанавливаются защитные щитки из прочного прозрачного материала.

Во избежание поражения электрическим током необходимо применять заземляющие устройства. Заземлению подлежат: корпуса электрических машин и аппаратов, светильники, ручные приводы, коммутационные аппараты, корпуса распределительных щитков и так далее.

Опасные и вредные производственные факторы, связанные с использованием электрической энергии.

Факторами опасного и вредного воздействия на человека, связанными с использованием электрической энергии, являются:

- протекание электрического тока через организм человека;
- воздействие электрической дуги;
- воздействие биологически активного электрического поля;
- воздействие электростатического поля;
- воздействие электромагнитного излучения (ЭМИ) и т.д.

Исходя из требований пожаробезопасности, в качестве материала для несущих конструкций необходимо использовать железобетон.

Проектируемый объект относится к категории производства Г (производства, связанные с применением: негорючих веществ в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр или пламени: твердых, жидких или газообразных веществ, которые сжигаются в качестве топлива).

При разработке проектируемого объекта были определены его характер, функциональная зависимость помещений и элементов здания, установ-

лена оптимальная форма, органически связанная с объемно-планировочной структурой и назначением, а также выбран современный материал и конструкция. Выполнена конечная цель проектирования – осуществления инженерного по архитектурному замыслу проекта здания, отвечающего современным конструктивным, экономическим, противопожарным, санитарным и другим требованиям.

#### Библиографический список

1. Миляев, А.Ф. Проектирование новых и реконструкция действующих литейных цехов [Текст]/ А.Ф. Миляев // Учебное пособие. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова. – 2001. – 410 с.
2. Матвеев И.В., Татарский В.Л. Оборудование литейных цехов.- М.: Машиностроение, 1985-319с.
3. Зайгеров И.Б. Машины и автоматизация литейного производства.- Минск: Высшая школа, 1969-493с.
4. Кнорре Б.В. Основы проектирования литейных цехов и заводов.- М.: Машиностроение, 1979.

УДК 69.003:658.01

## **ЧТО ТАКОЕ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ**

**Белоусов Н.С.**

**Научный руководитель: Захарова Н.В.**

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

В статье рассматривается понятие строительного контроля, осуществляемого в ходе строительства. Приведены основные мероприятия, проводимые подрядчиком и заказчиком при осуществлении строительного контроля.

Ключевые слова: строительный контроль, заказчик, подрядчик, проверка качества, контрольные мероприятия.

Строительный контроль - комплекс экспертно-проверочных мероприятий, осуществляемых с целью обеспечения точного соблюдения, определяемых проектом стоимости, сроков, объемов и качества производимых работ и строительных материалов.

Строительный контроль осуществляется на основании положений ст. 53 Градостроительного кодекса РФ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства [1].

Порядок проведения строительного контроля регламентируется нормативно-правовыми актами Российской Федерации, а именно Положением о проведении строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства,

утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 21 июня 2010 г. N 468 [2].

Строительный контроль проводится: 1) Лицом, осуществляющим строительство (подрядчик); 2) Застройщиком или заказчиком. Застройщик или заказчик по своей инициативе может привлекать лицо, осуществляющее подготовку проектной документации, для проверки соответствия выполняемых работ проектной документации.

Строительный контроль, осуществляемый подрядчиком, включает множество контрольных мероприятий, а именно: проверку качества строительных материалов, изделий, конструкций и оборудования, поставленных для строительства объекта капитального строительства; проверку соблюдения установленных норм и правил складирования и хранения применяемой продукции, а также проверку соблюдения последовательности и состава технологических операций при осуществлении строительства объекта капитального строительства; проверку совместно с заказчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, технических регламентов; совместно с заказчиком освидетельствование работ, скрывааемых последующими работами, и промежуточная приемка возведенных строительных конструкций, влияющих на безопасность объекта капитального строительства, участков сетей инженерно-технического обеспечения; приемку законченных видов (этапов) работ.

Строительный контроль, осуществляемый заказчиком, включает проведение множества контрольных мероприятий, а именно: проверку полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком входного контроля и достоверности документирования его результатов; проверку выполнения подрядчиком контрольных мероприятий по соблюдению правил складирования и хранения применяемой продукции и достоверности документирования его результатов; проверку полноты и соблюдения установленных сроков выполнения подрядчиком контроля последовательности и состава технологических операций по осуществлению строительства объектов капитального строительства и достоверности документирования его результатов; проверку совместно с подрядчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка, требованиям технических регламентов; совместно с подрядчиком освидетельствование скрытых работ и промежуточная приемка возведенных строительных конструкций, влияющих на безопасность объекта капитального строительства, участков сетей инженерно-технического обеспечения; проверку совместно с подрядчиком соответствия законченного строительством объекта требованиям проектной и подготовленной на ее основе рабочей документации, результатам инженерных изысканий, требованиям градостроительного плана земельного участка,

требованиям технических регламентов; иные мероприятия в целях осуществления строительного контроля, предусмотренные законодательством Российской Федерации и (или) заключенным договором.

Размер затрат заказчика на осуществление строительного контроля при строительстве объектов капитального строительства, финансируемых полностью или частично с привлечением средств федерального бюджета, определяется исходя из общей стоимости строительства, за исключением расходов на приобретение земельных участков, в базисном уровне цен по состоянию на 1 января 2000 г. (без налога на добавленную стоимость) путем расчета с применением нормативов расходов заказчика, определенных в приложении к настоящему Положению, и указывается в главе 10 сводного сметного расчета стоимости строительства отдельной строкой "Строительный контроль"

Осуществление строительного контроля подрядчиком фиксируется за счет накладных расходов подрядчика, предусмотренных в цене договора подряда.

#### Библиографический список

1. "Градостроительный кодекс Российской Федерации" от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017)
2. Постановление Правительства РФ от 21.06.2010 N 468 "О порядке проведения строительного контроля при осуществлении строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов капитального строительства"

УДК 728.2 (480-25)

## **ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ И КОНЦЕПЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ МУЛЬТИКОМФОРТНОГО ДОМА В МАДРИДЕ**

**Казakov В.В., Филатова В.С.**

**Научный руководитель: канд. архитектуры, доцент Благиных Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: megaslan@yandex.ru, viktoria.s.fi@gmail.com*

В статье изложен материал – результат исследования, выполненного для конкурсной работы по формированию мульти комфортного жилого дома в районе Гран-Сан-Блас города Мадрида. Приводятся факторы и концептуальное решение реконструкции многоквартирного дома и территории вокруг него.

Ключевые слова: концепция, исследование, мульти комфортный дом.

В основу разработки концепции проекта «Мультикомфортный дом» (Multi-Comfort House) положен комплексный подход, необходимый для обеспечения эффективности строительства и повышения качества жизни людей.

Идея «Multi-Comfort House» предполагает заключение здания в воздухо-непроницаемую оболочку, обеспечивающую тепло- и звукоизоляцию. Мультикомфортный дом – это «здание-термос» с дополнительной функцией

терморегулирования, поддержания внутри комфортной температуры. Вентиляционная система Multi-Comfort House имеет способность к возврату тепла, а также очистки воздуха в доме.

«Multi-Comfort House» – комплексное понятие, где достигается баланс шести важных факторов:

Первый – расход энергии (на отопление и на охлаждение). Как и в пассивных домах, он должен составлять для новых зданий 15 кВт на м<sup>2</sup> и 25 кВт на м<sup>2</sup> для зданий при реконструкции.

Второй фактор – перегрев летом. Комфорт летом важен для жителя не меньше, чем зимой. Поэтому предусмотрен комплекс мероприятий по обеспечению защиты от солнца в летний период – маркизы, жалюзи, светоотражающие кровли и другие.

Третий фактор – уровень дневного освещения. В помещениях, где жильцы проводят много времени, должен соблюдаться режим естественного освещения в течение всего светового дня, так как недостаток дневного света нарушает множество важных процессов в организме человека, ухудшая его самочувствие и здоровье.

Четвертый фактор – акустика. Концепция проекта учитывает акустический комфорт и отсутствие ударного шума. Важно было изолировать спальни и детские от воздушного шума, это нашло отражение в принятых планировочных решениях.

Пятый фактор – экологическая сертификация. Важно, чтобы строительные материалы были экологически безопасными, не выделяли вредных веществ, которые наносят вред человеку и окружающей среде, ни в процессе производства, ни в процессе эксплуатации.

Шестой фактор – коэффициент воздухопроницаемости здания, который должен стремиться к минимуму. Свежесть воздуха обеспечивается правильно организованной приточно-вытяжной вентиляцией с функцией сохранения тепла (рекуперацией).

На стадии предпроектного исследования проведен анализ градостроительной ситуации территории, учтены климатические особенности района Гран-Сан-Блас города Мадрида.

Мадрид имеет холодный полусухой климат с прохладными зимами. Здесь из-за высоты 667 м над уровнем моря и расстояния до моря, периодически возможны снегопады, минимальная температура иногда бывает ниже нуля. Лето жаркое, в самом теплом месяце – июле – средняя температура в течение дня может быть от 32 до 33° в зависимости от места. Летняя температура время от времени поднимается выше 35° при аномальной жаре в городе. Из-за высоты Мадрида над уровнем моря и сухого климата суточная амплитуда летом довольно значительна.

Мадрид отличается наиболее высоким показателем количества часов солнечного света в Европе. Дни зимой не такие короткие, как в северной части континента, среднее количество часов солнечного света в декабре, янва-



ре и феврале составляет 10 часов (для сравнения: в Лондоне, Москве или Варшаве около 8 часов).

Территория участка для проектирования Гран-Сан-Блас расположена в восточной части Мадрида и была застроена типовыми зданиями в 1950-60 годы. Стоимость зданий в среднем на 40% ниже, чем в среднем зданий по Мадриду. Реконструкции подлежат два жилых здания, по периметру которых, а также во внутреннем пространстве двора расположены постройки для хранения собственности жильцов. На территории участка находится парк (рисунок 1).



Рисунок 1 – Здания и территория подлежащие реконструкции, фото

Участок ограничивают: с севера и юга автодороги IV категории; с востока и запада – автодороги III категории с двумя полосами движения, ширина полос движения 3,5 метра, расчетная скорость движения 60 км/ч, автобусных остановок на участке нет.

Принятое архитектурно-планировочное решение.

Объемы, подлежащие реконструкции в рамках конкурса, являются частью более крупной площади: два объема представляют собой композицию, интегрированную в окружающее пространство.

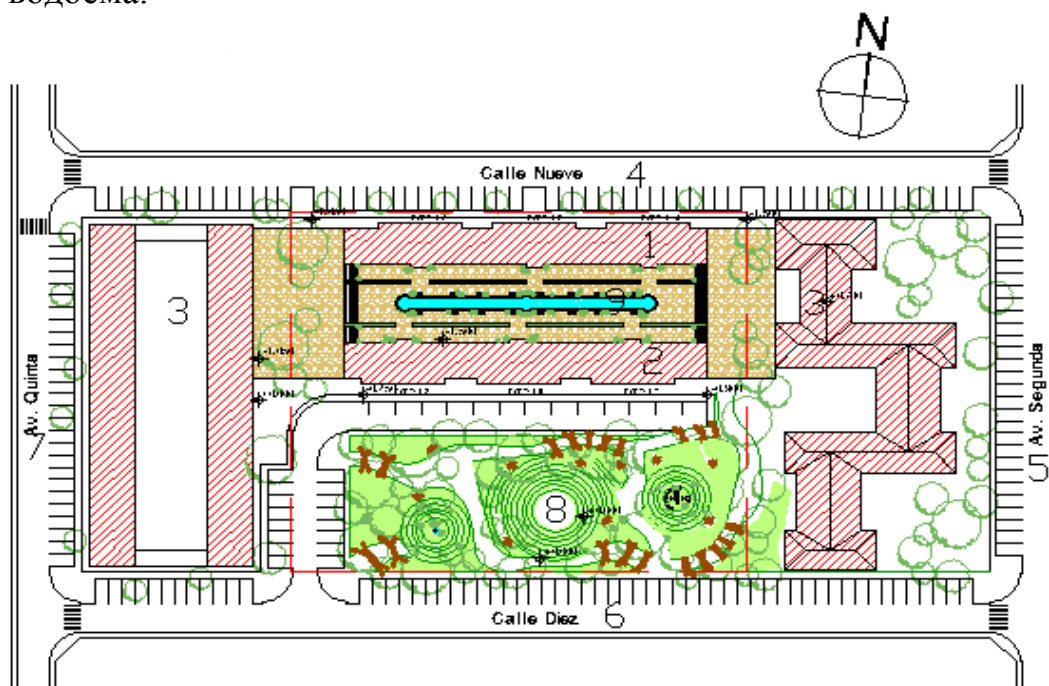
Местность неровная и, как следствие наличие входных и внутренних лестниц, ведущих в вестибюль. Здания имеют четкий лицевой фасад, выходящий на улицу, и задний - выходящий во внутренний двор. Пластика архитектуры фасадов обогатилась за счет пристроенных лифтовых шахт, выполненных для удобства сообщений между этажами (рисунок 2).

Принято решение все хозяйственные постройки демонтировать и перенести в подземный уровень зданий. Это позволило благоустроить пространство между домами. В центральной части расположили водоем, окруженный зелеными насаждениями, по периметру расставлены скамьи для отдыха жителей домов, таким образом было организовано новое общественное пространство, предназначенное для отдыха и прогулок. Из-за разного уровня отметок на участке предусмотрены пандусы для доступности маломобильного населения.



Рисунок 2 – Проектное предложение по реконструкции зданий, 3D модель

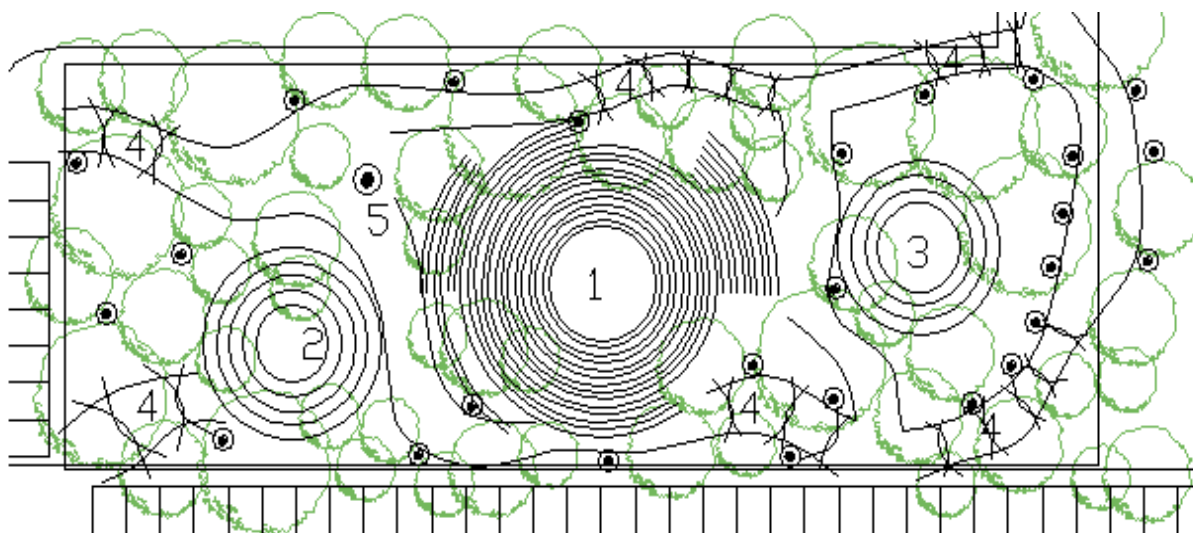
Придомовая территория отделена от места отдыха живой изгородью. Вся территория вымощена тротуарной плиткой с имитацией под натуральный камень. Площади по обе стороны от боковых фасадов домов могут использоваться для активного отдыха (рисунок 3). Освещение выполнено в виде уличных фонарей и прожекторов, запроектирована дополнительная подсветка водоема.



Экспликация к схеме генерального плана: 1 – Здание 1; 2 – Здание 2; 3 – Близлежащие постройки; 4 – Парковка по улице Nueve; 5 – Парковка по улице Av.Segunda; 6 – Парковка по улице Diez; 7 – Парковка по улице Av.Quinta; 8 – Общественный парк отдыха; 9 – Дворовое пространство

Рисунок 3 – Схема генерального плана проектируемой территории

Благоустройство придомовой территории и парка представляет собой комплекс мероприятий, направленных на создание благоприятных, здоровых и культурных условий жизни, трудовой деятельности и досуга населения в границах данного проекта (рисунок 4).



Экспликация к схеме плана парка отдыха: 1 – Зона отдыха с имитацией амфитеатра; 2 – Зона отдыха с фонтаном; 3 – Зона отдыха с детской игровой площадкой; 4 – Аллеи; 5 – Скульптуры

Рисунок 4 – Схема плана проектируемого парка отдыха

В результате проведенной работы над проектом реконструкции территории жилых зданий и парка была решена проблема создания комфортного жилья, создания современной рекреационной зоны, с использованием современных технологий, удобного расположения пешеходных дорог. Созданы условия для визуального комфорта жителей.

Результаты данной работы могут быть применены в любом городе, сопоставимом по характеристикам Мадриду.

#### Библиографический список

1. Национальная информационная система по строительству [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание.- М.: KNOW-HOUSE/RU, 2000. – Режим доступа : <http://www.know-house.ru> – 17.02.2017.
2. Chesnokova O. G. The use of ultra thin insulation to avoid freezing of the steel window lintels//Современные научные исследования: актуальные теории и концепции. XIV Международная научно-практическая конференция. [Электронный ресурс]. – М.: Издательство «Олимп», 2016.– С.302.

## **КОНЦЕПЦИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ГРАН-САН-БЛАС**

**Шагдарова Н.Г., Махмутова И.Р.**

**Научный руководитель: канд. архитектуры, доцент Благиных Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, shagdarova-ap@mail.ru, irinamakmutova@yandex.ru*

Разработана концепция восстановления городской среды микрорайона по границам территории Гран-Сан-Блас в Мадриде. Решена основная задача по созданию современной архитектуры жилого образования, отвечающей требованиям по защите окружающей среды, гармонично интегрированной в городское пространство.

Ключевые слова: концепция, восстановление, городская среда.

Правительство Испании, начиная с 1950-х годов, приняло политический курс на повышение объемов жилищного строительства. Это было необходимо для переориентации строительной отрасли страны.

Так в 1957 году был принят Генеральный социальный план Мадрида, призванный остановить процесс расширения трущоб, появившихся с прибытием новых иммигрантов. В результате строительства новых жилых зданий площадью около 50-80 м<sup>2</sup> в рамках плана вместе с районами трущоб, окруживших Мадрид, была окончательно уничтожена идея Генерального плана «Бидагор» о создании зеленых колец вокруг города, функциональной иерархии зонирования и продолжился процесс срастания соседних городов с Мадридом.

Оказалось, что многие семьи не могут внести даже 20-25 % стоимости жилья, поэтому было решено, что финансовая доля жильца может быть заменена трудовой, если претенденты будут работать на стройке каждое воскресенье.

Все характеристики жилья были минимизированы, элементы стандартизированы ради снижения стоимости, которая в итоге действительно стала самой низкой в стране.

В рамках третьего национального жилищного Плана на 1961-1975 годы была предпринята еще одна попытка решить ситуацию с трущобами, с помощью строительства так называемых Объединенных районов. В Мадриде этот план был реализован в рамках общего Плана столичной территории Мадрида, результаты осуществления которого ощущались до начала XXI века. В итоге город разделился на две части: старый и рабочий. Новые дома, строившиеся из временных материалов и конструкций, должны были в течение пяти лет заменены на более достойное жилье, но на самом деле сохранялись на протяжении более чем пятнадцати лет.

Эстетика зданий родилась на основе следования практическому ком-

форту, то есть архитекторы ориентировались на народную испанскую архитектуру юга. Для создания комфортного микроклимата между ровными блоками зданий и на галереях были сделаны солнцезащитные экраны, призванные создавать тень и понижать температуру, встроенные в ограждения и карнизы (они могли опускаться или подниматься в зависимости от потребностей жильца). Каждый блок состоял из двенадцати жилых единиц; в каждом были кухня, ванна, индивидуальная спальня.

В общих чертах, линия действий правительства в начале 1960х годов относительно социального жилья была реакцией на ситуацию, сложившуюся в результате плохого планирования. В целом качество зданий часто было ненадлежащим, что затрудняло социальную интеграцию их жильцов и интеграцию самих зданий в городскую ткань.

Таким образом, изучив историю страны и города в целом, можно сделать вывод, что качество возведенных зданий оставляет желать лучшего. В связи с этим была поставлена задача разработать план мероприятий, позволяющий восстановить архитектуру Мадрида, на примере конкретных зданий.

С целью повышения комфорта жилья, предлагаются следующие концептуальные предложения:

1. Доступность. В связи небольшими размерами лестничной клетки, для людей с ограниченными возможностями предусмотрен лестничный наклонный инвалидный подъемник с платформой типа FreeSTAIR от компании KLEEMANN.



Рисунок 1 - Лестничный наклонный подъемник с платформой

2. Термальный комфорт. Для повышения комфортности условий в холодное время года, а также с целью обновления фасада, применить фасадную теплоизоляционную композиционную систему ISOVER с наружным толстым штукатурным слоем, который позволит значительно повысить теплозащиту зданий и сэкономить на обогреве дома зимой.

С целью защиты здания от перегрева принято решение использовать светлый цвет в экстерьере. Кроме этого для повышения привлекательности фасада и устранения мостиков холода предлагается заменить наружные двери.

3. Для увеличения комфортности восприятия фасадов зданий необходимо создание ощущения исторической принадлежности. Для этого существующие ограждения балконов демонтируем и выполняем новое металлическое ограждение в стиле «испанских балконов». В качестве защиты от солнца устанавливаем навесы из текстильных материалов. Таким образом, на каждом балконе будет устроена своеобразная зона отдыха с небольшим столиком и креслами, при этом вся территория балкона украшена цветущими растениями в керамических горшках. Кроме этого для отделки фасадов будет использоваться лепнина для обрамления оконных проемов и в уровне верхнего этажа. Также на фасадах будет применено вертикальное озеленение.

Преимущества вертикального озеленения фасадов домов очевидны. Во-первых, с помощью грамотно подобранных растений можно обеспечить защиту стены от сырости, загнивания и сквозняков.



Рисунок 2 – Варианты оформления балконов

Во-вторых, растения не пропускают в помещение загазованный воздух с трасс и автомагистралей, будут способствовать созданию оптимального микроклимата для комфортного пребывания людей внутри здания. В-третьих, украшенный растениями фасад здания выглядит эстетично, стильно и красиво, позволяя человеку ощущать себя частичкой природы.



Рисунок 3 – Вертикальное озеленение фасада

Использование солнечной энергии для теплоснабжения является одним из наиболее перспективных направлений использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Солнечные водонагревательные установки имеют наименьшие сроки окупаемости из всех видов ВИЭ. Они технически несложны и обеспечивают хорошие экологические показатели. В условиях дефицита энергоносителей и их постоянно растущей цены возрастает роль систем, использующих альтернативные источники энергии.

Дополнительным источником электрической энергии станет гибридный солнечный коллектор, расположенный на кровле здания. Устройство совмещает в себе фотоэлектрические элементы, вырабатывающие электроэнергию, и собственно солнечный коллектор, утилизирующий теплоту фотоэлементов и передающий тепловую энергию в котел системы горячего водоснабжения [2].

4. Качество воздуха. Для обеспечения постоянного притока свежего воздуха необходимо использовать приточный клапан. Не нарушая герметичности оконных конструкций, клапаны способны не только обеспечивать проветривание помещения при полностью закрытых окнах, но и бороться с образованием на них конденсата. Устройство приточных клапанов возможно уже в существующих окнах.

5. Зрительный комфорт. Для увеличения естественного освещения коридоров принято решение о замене окон на витражи по всей высоте лестничных клеток. Также в лестничных клетках необходимо предусмотреть дополнительные выходы на зеленую кровлю внутреннего дворика.

Одним из перспективных направлений остекления оконных проемов является применение специальных пленок, выполняющих функцию солнцезащитного остекления [1]. Для этого применяем теплоотражающие пленки и покрытия, которые наносятся на остекление существующих окон.

6. Акустический комфорт. С целью повышения акустического комфорта необходимо использовать систему звукоизоляции Isower для скатных крыш. Практически полностью устранены внешние звуки, проникающие в дом сквозь крышу.

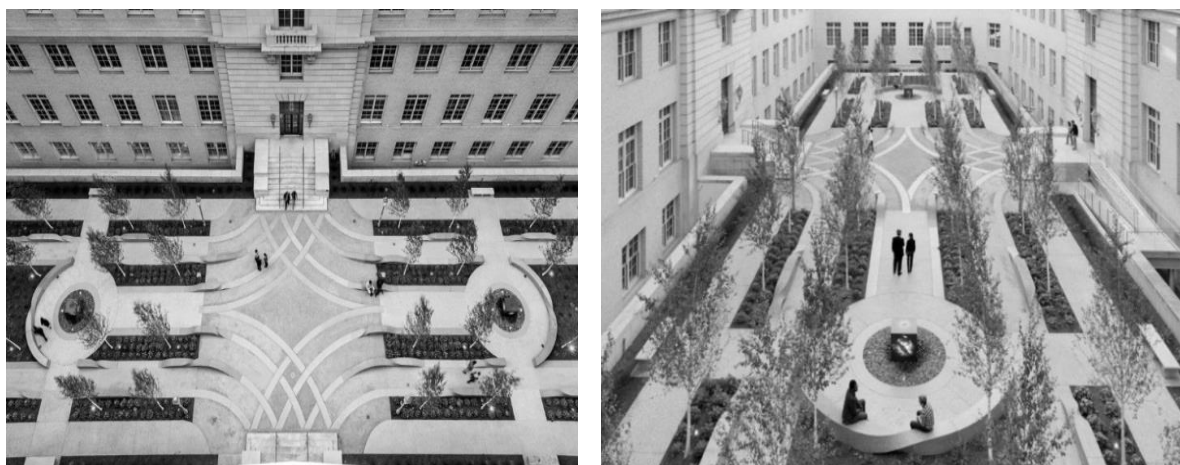


Рисунок 4 – Вариант восстановления внутреннего дворика

Вывод: при разработке проекта восстановления городской среды Гран-Сан-Блас были соблюдены критерии MAD-RE и критерии концепции «Мультикомфортного дома Saint-Gobain», приняты во внимание климатические условия и региональные особенности столицы Испании, учтены социальные и экономические аспекты. Предлагаемое проектное решение позволит улучшить качество проживания в пригородной зоне Мадрида, даст новый толчок развитию имеющегося городского пространства.



Рисунок 5 – Обновленная территория сквера

Основной идеей повышения привлекательности здания является концепция создания уютного зеленого двора с возможностью подъезда пожарной машины, а также организация личных подсобных помещений ниже уровня первого этажа. Кроме этого, в цокольном этаже будут расположены небольшие магазинчики, служебные входы в которые осуществляются с дворовой территории.

Концепцией предусмотрено благоустройство территории сквера. В основе изменения сквера лежит идея создание атмосферы спокойствия, гармонии и душевного равновесия. С целью повышения функциональной доступности запроектированы велосипедные и пешеходные дорожки.

#### Библиографический список

1. Chesnokova O. G. The use of ultra thin insulation to avoid freezing of the steel window lintels//Современные научные исследования: актуальные теории и концепции. XIV Международная научно-практическая конференция. [Электронный ресурс]. – М.: Издательство «Олимп», 2016. – С.302.

2. Автоматизированная система диспетчерского управления [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание.– М.: NTK.INTBEL /RU, 2003.– Режим доступа: <http://ntk.intbel.ru> – 17.02.2017.



## **МУЗЕЙ ИСТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ НОВОКУЗНЕЦКА**

**Стефанко А.Г.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Показана необходимость создания музейного комплекса архитектурно-строительной тематики.

Ключевые слова: Выставочное пространство, экспонирование, история строительства Новокузнецка.

Музейный комплекс – это специально оборудованные помещения со световым, влажностным, температурным режимом, а так же научно-вспомогательные отделы, выставочные залы, запасники (хранилища фондов) реставрационные и макетная мастерские, научная библиотека, фотолаборатория, помещения для приема посетителей. Одновременно музей является научно-просветительским учреждением искусствоведческого профиля, где происходит экспонирование, хранение, изучение произведений изобразительного искусства, памятников архитектуры.

В истории архитектуры Новокузнецка – города с богатой историей развития отсутствует опыт создания музейного комплекса или отдельного здания. Музейные экспозиции располагаются в приспособленных помещениях различных объектов.

На кафедре архитектуры СибГИУ при активном участии студентов был создан экспериментальный проект музейного комплекса, в котором предлагается собрать всего историю строительства и архитектуры Новокузнецка.

Экспозиция предполагает выставление на показ, размещения в залах музея или на открытом воздухе художественных произведений, исторических документов раскрывающие историю возникновения города, его развития и строительства. Цель экспозиции является освещение экспонатов с точки зрения научной и художественной ценности и их места в историко-художественном процессе.

Объемно-пространное решения здания представлено двумя объемами связанных между собой. Согласно функциональной схеме в состав помещений входят (рисунок 1): зал генерального плана – 168 м<sup>2</sup>, союз архитекторов – 32,2 м<sup>2</sup>, зал собраний – 32,2 м<sup>2</sup>, градостроительный свет – 32,2 м<sup>2</sup>, фото студия – 29,6 м<sup>2</sup>, макетно-реставрационная мастерская – 29,6 м<sup>2</sup>, научный фонд – 18 м<sup>2</sup>, складские помещение – 18 м<sup>2</sup>, буфет – 17,48 м<sup>2</sup>, гардероб – 12 м<sup>2</sup>, выставочная галерея – 32,2 м<sup>2</sup>. В зале генерального плана выставляется макеты отдельных районов города Новокузнецка.

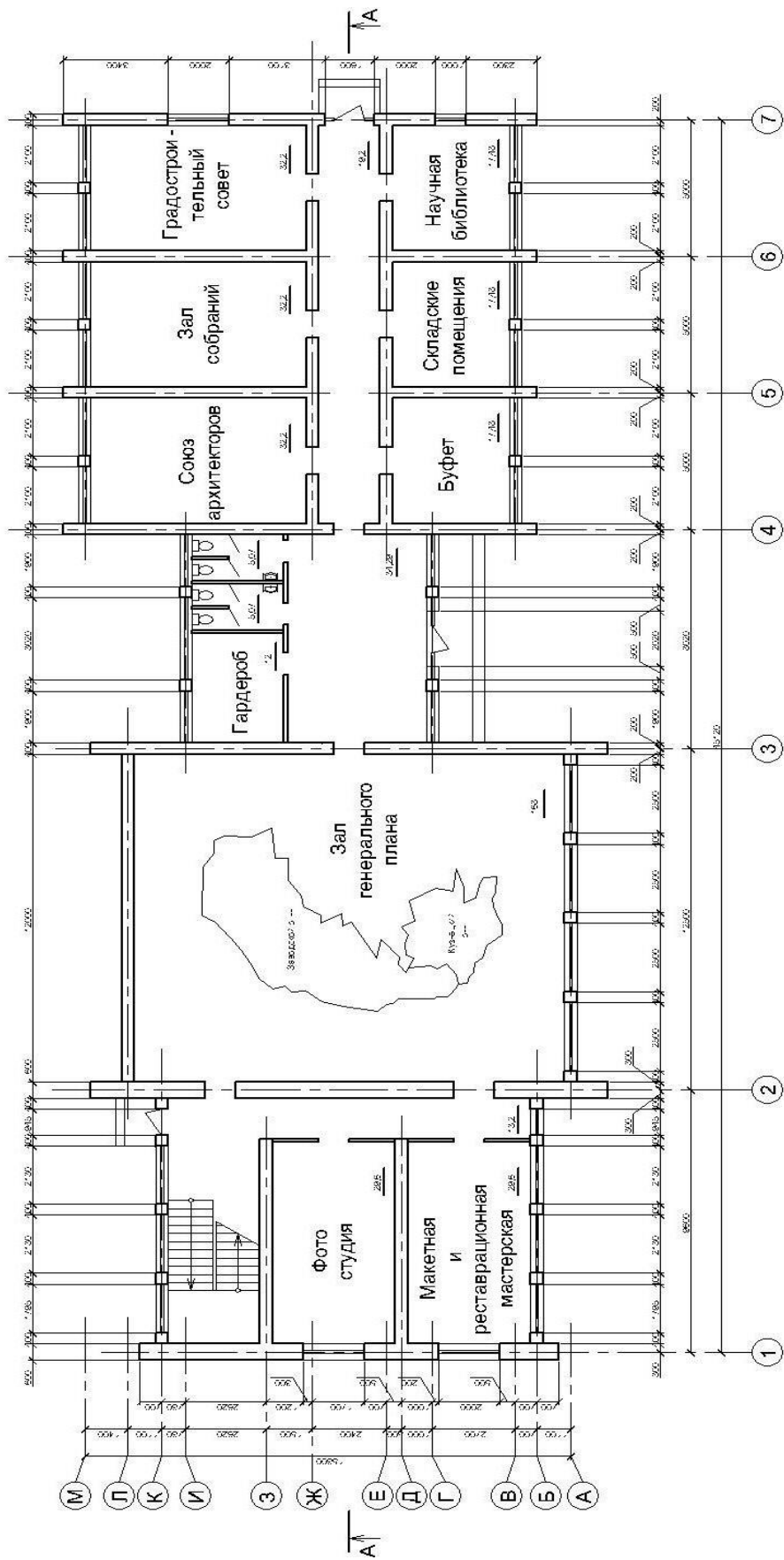
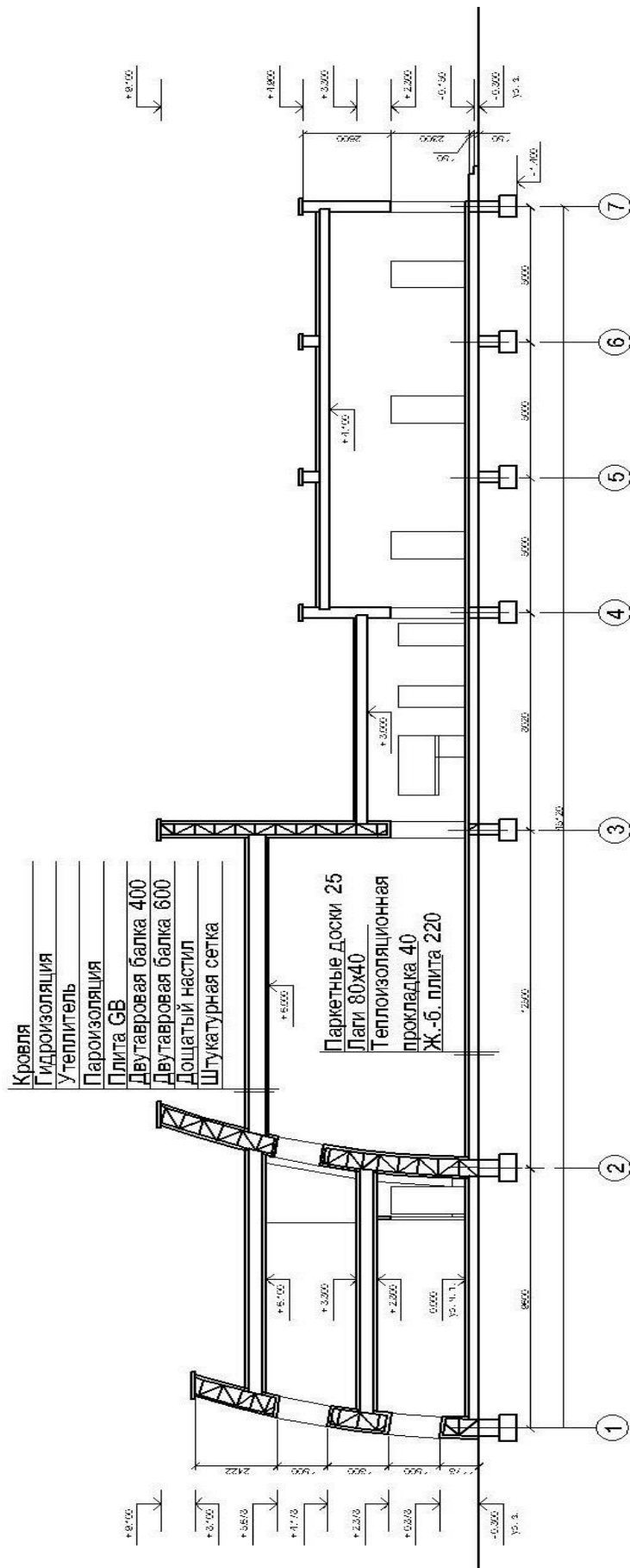


Рисунок 1 - План 1-го этажа



- Кровля
- Гидроизоляция
- Утеплитель
- Пароизоляция
- Плита GB
- Двутавровая балка 400
- Двутавровая балка 600
- Доштовый настил
- Штукатурная сетка

- Паркетные доски 25
- Лаги 80x40
- Теплоизоляционная прокладка 40
- Ж-б. плита 220

Рисунок 2 - Разрез А-А

Фотостудия – это специализированное помещение для проведения фотосъемки. Выставочная галерея – для локальных выставок фотографий, чертежей, картин. Зал собраний – используется для торжественных и деловых мероприятий. Градостроительный совет – помещение для специалистов, которые рассматривают проекты и обсуждают их возможную реализацию в городе. Союз архитекторов – творческая организация объединяющая архитекторов, где они могут собраться для обсуждения проблем, архитектуры.

За отметку  $\pm 0,000$  принята отметка пола первого этажа. Высота зала для экспозиции фрагментов генерального плана – 5 м, научно вспомогательных отделов – 4 м. Высота от уровня земли до верхней точки здания – 9,4 м.

Лестница выполнена из отдельных элементов по стальным косоурам. Несущий остов (рисунок 2) главного объема в осях 1 – 3, представляет собой стальной каркас выполненный из вертикальных решетчатых стоек и горизонтальных стальных балок, с монолитным перекрытием. В осях 4 – 7 использована конструктивная схема с кирпичными несущими стенами и монолитным перекрытием. Для навески оконных конструкций использован легкий каркас – фахверк. Остекление – ленточное. Перегородки – из кирпича с последующей отделкой. Освещение здания смешанное.

Ключевой задачей при проектировании здания музея была организация функционально удобного пространства для посетителей и персонала (рисунок 3).

А вывод следующий: экспериментальный проект музейного комплекса представляет собой законченную творческую работу и может быть представлен архитектурной общественности Новокузнецка, для обсуждения и возможного дальнейшего сотрудничества автора с заинтересованными организациями.



Рисунок 3 - Общий вид.

Рисунок 3 – Общий вид

## Библиографический список

1. Уайт Э., Робертсон Б. Архитектура. Формы, конструкции, детали : иллюстр. справочник. – М.: Изд. "АСТ", 2003. – 111с.: ил.
2. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учебник для вузов / В. В. Адамович, Б. Г. Бархин, В. А. Варезкин и др.; Под общ. ред. И.Е. Рожина, А.И. Урбаха.-2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1984.– 543 с., ил.
3. Шерешевский И.А. "Конструирование промышленных зданий и сооружений": Учебное пособие для студентов строительных специальностей. – М.: "Архитектура – С", 2007. – 168 с.

УДК 727.012

### **ГОРОДСКОЙ ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ – НОВЫЙ ТИП ГОРОДСКОЙ СТРУКТУРЫ**

**Руднева К.С., Парчутов Д.И.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Разработан экспериментальный проект общественного здания.

Функциональное наполнение центра обеспечивает максимальную концентрацию учебных и исследовательских лабораторий облегчающих выбор будущей профессии.

Ключевые слова: дополнительное образование, профессия, инфраструктура.

Основные назначения центра дополнительного образования – обеспечить выпускников школ информацией о будущей профессии. Дополнительное образование – это забытое старое. Вспомним дома пионеров, станции юных техников, кружки радиолюбителей и т.д.

На кафедре архитектуры СибГИУ выполнен экспериментальный проект «Городской центр дополнительного образования школьников», в основу которого положено создание инфраструктурного и функционального пространства, которое, по мнению авторов, должно обеспечить оптимальные условия для выбора будущей профессии.

Объемно-пространственная композиция здания центра представляет собой компактный остекленный объем со встроенной этажеркой, на различных отметках которой, размещаются учебные помещения центра дополнительного образования.

План на отм. 0.000

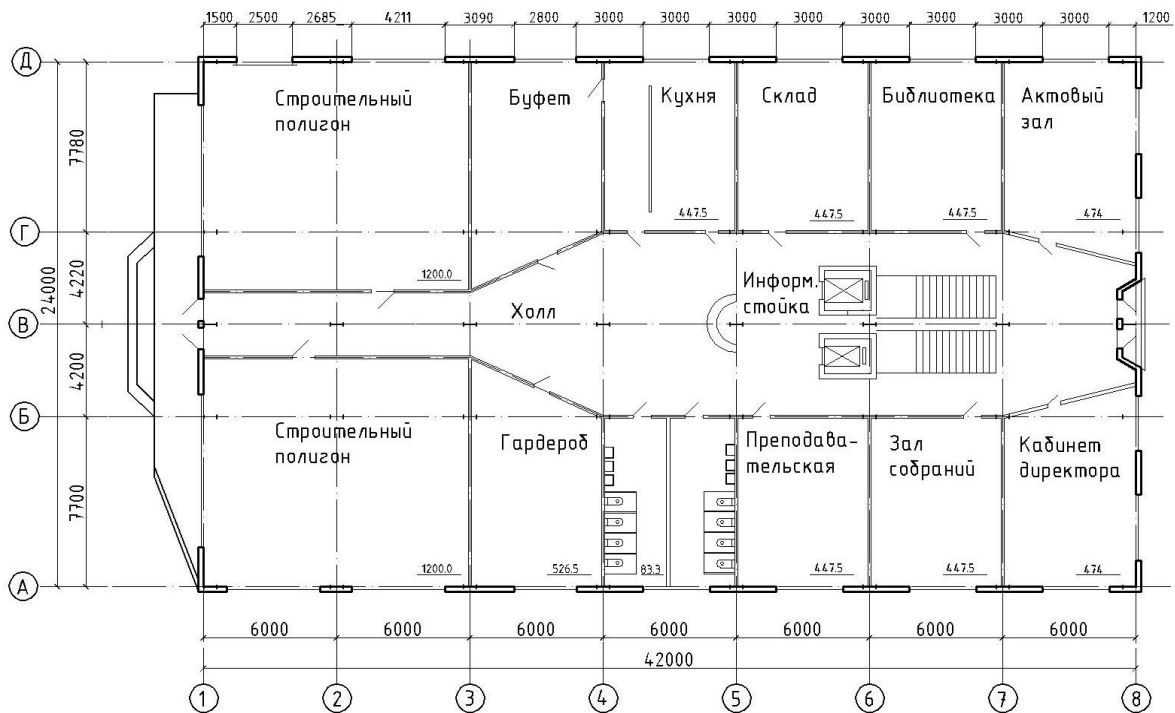


Рисунок 1 – План 1-го этажа

Несущий остров представляет собой треугольные решетчатые рамы, связанные с встроенной этажеркой, каркас который так же выполнен из металла. Стеновое ограждение выполнено из «сендвич» панелей, их толщина выбрана на основе теплотехнического расчета.

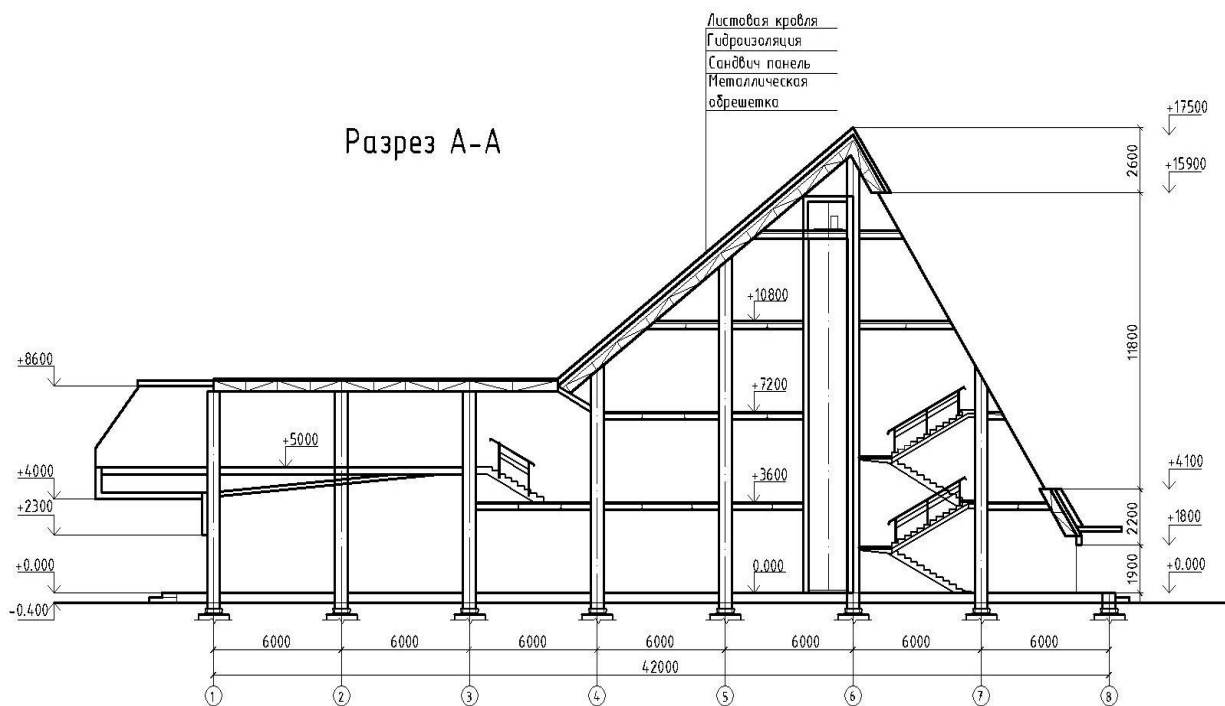


Рисунок 2 – Разрез А-А

Здание состоит из двух объемов: треугольной объем с встроенной этажеркой и прямоугольный, где размещен строительный полигон. Связь между помещениями в уровне этажа осуществляется с помощью коридора, а между этажами лестницей и двумя лифтами.

Учебные классы и лаборатории занимают второй, третий и четвертый этажи. На 2 этаже располагаются: лаборатории географии, химии, физики, класс радиоэлектроники, класс инженерного проектирования, класс основ электроники и в пристройке на отм. +5000 находится классы биологии и остекленной оранжереей площадью 550 кв. м. где дети смогут познакомиться с экзотическими растениями и растениями адаптированными под климат Сибири. На 3 этаже: класс математики и начертательной геометрии, класс основ проектной деятельности, класс информационных технологий и робототехники, класс основ технического творчества, класс начального технического моделирования. На 4 этаже: лаборатория основ журналистики, студия рисунка и художественного конструирования, фотостудия.

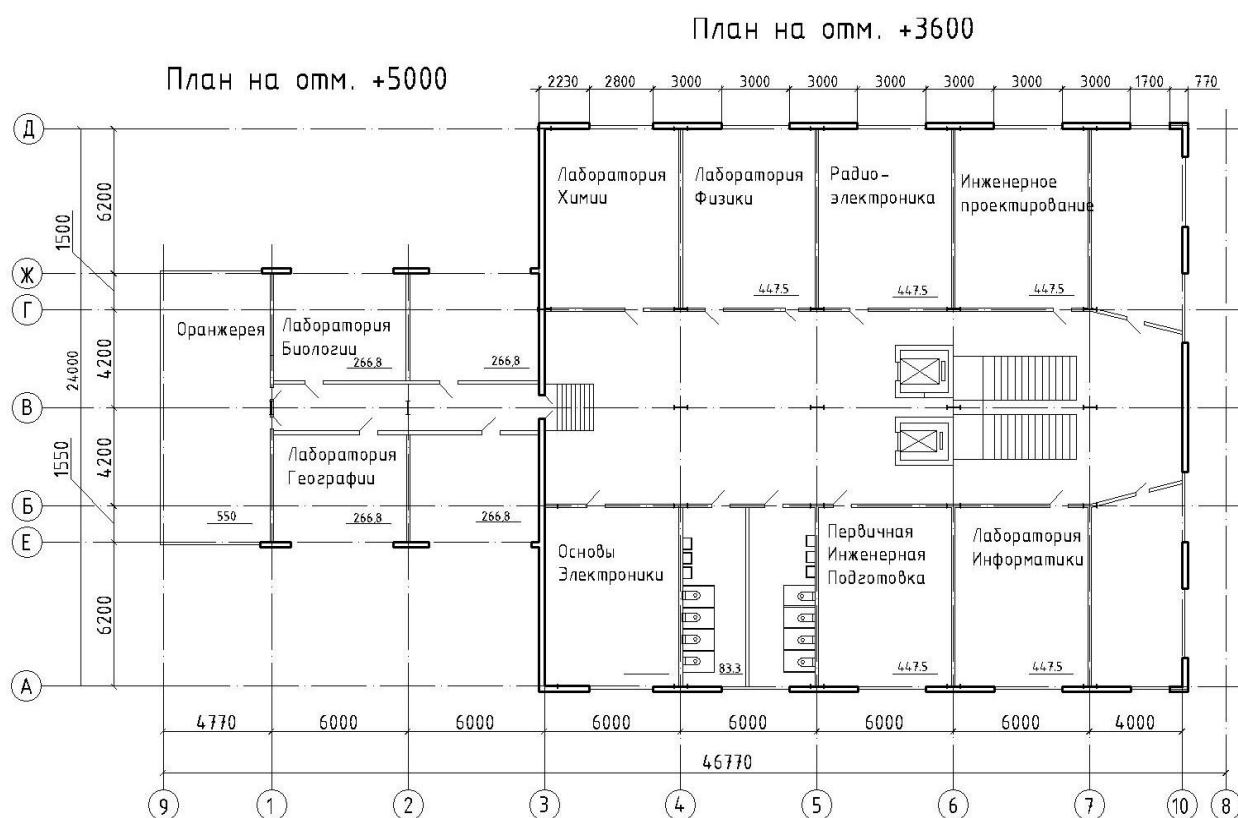


Рисунок 3 – План 2 этажа

План на отм. +7200

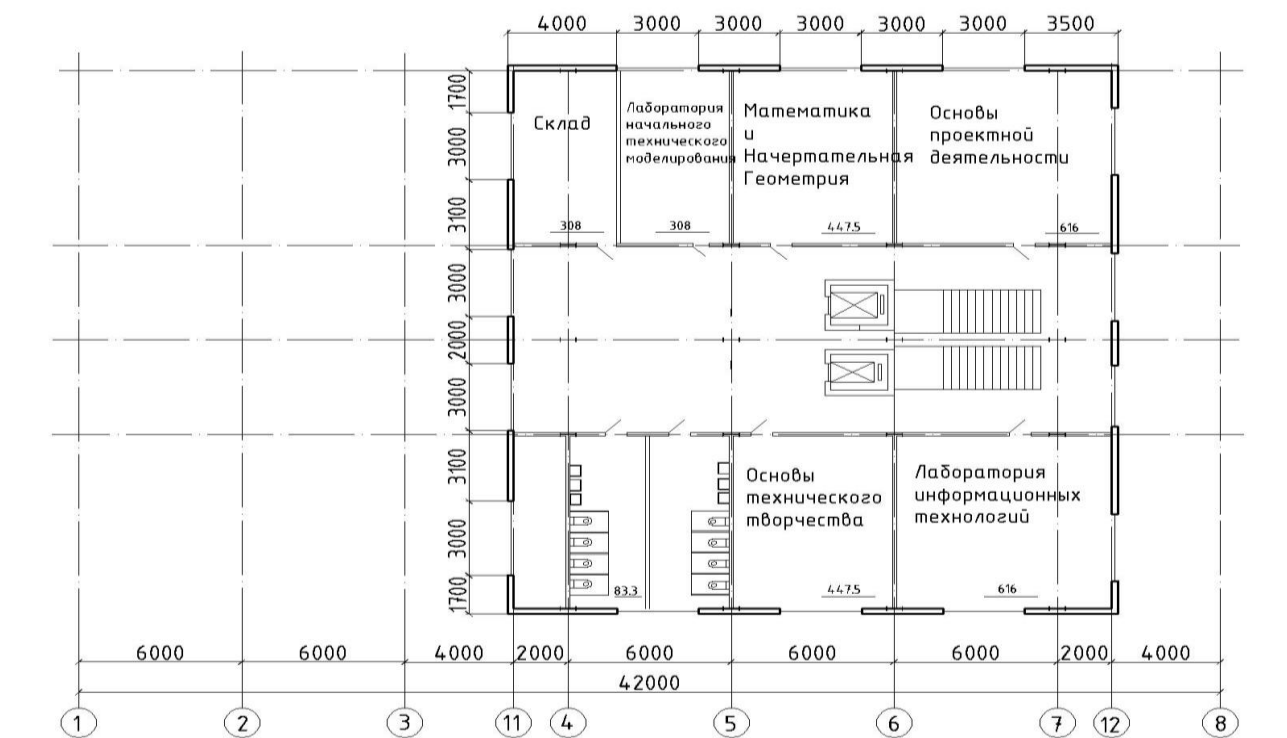


Рисунок 4 – План 3 этажа

На первом этаже располагаются административные помещения: кабинет директора, зал собраний, преподавательская, информационная стойка, склад, гардероб и буфет. В пристройке находится строительный полигон, там школьники могут обучаться, основам строительных профессий.

В предоставленном проекте центра дополнительного образования есть своя инфраструктура, позволяющая по-новому организовать процесс обучения. Кроме того предложено дополнить центр дополнительного образования, школой первичной инженерной подготовки, это обусловлено, дефицитом инженерных кадров и специалистов среднего звена практически во всех отраслях промышленности. Центр дополнительного образования рассчитан на учащихся старших классов (9-11), где они смогут получить первичные навыки исследовательской и экспериментальной работы в профильных лабораториях физики, химии, биологии и географии, механики, математики и черчения, информатики и робототехники и основ рабочих профессий.

Центр дополнительного образования школьников ориентирован на школьников любого уровня развития. Такое направление следует рассматривать как дополнительное образование, которое позволит значительно облегчить выбор профессии через систему среднего специального и высшего образования. Процесс обучения в центре дополнительного образования может быть организован на уровне партнерских отношений с вузами Новокузнецка и администрацией города.



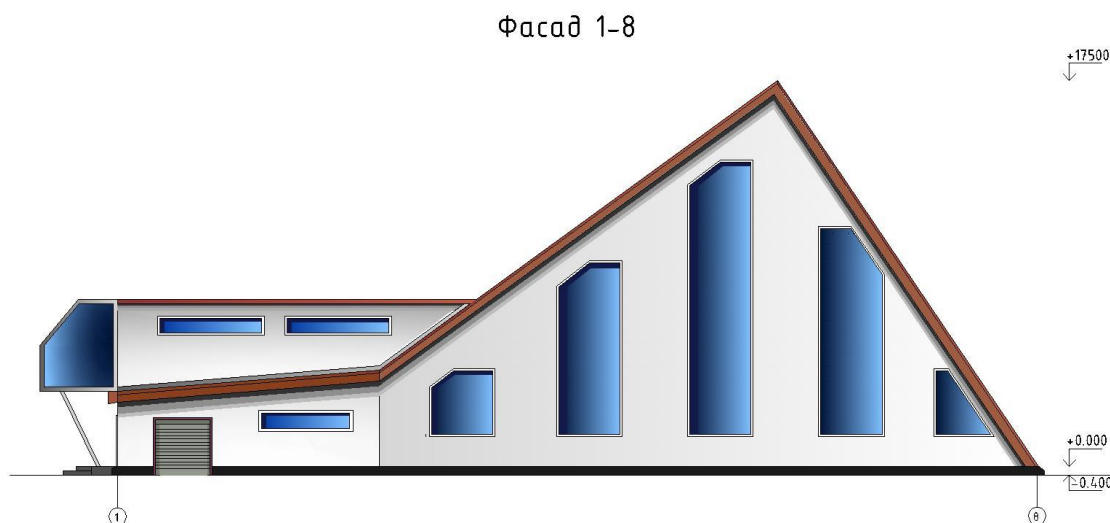


Рисунок 5 – Фасад

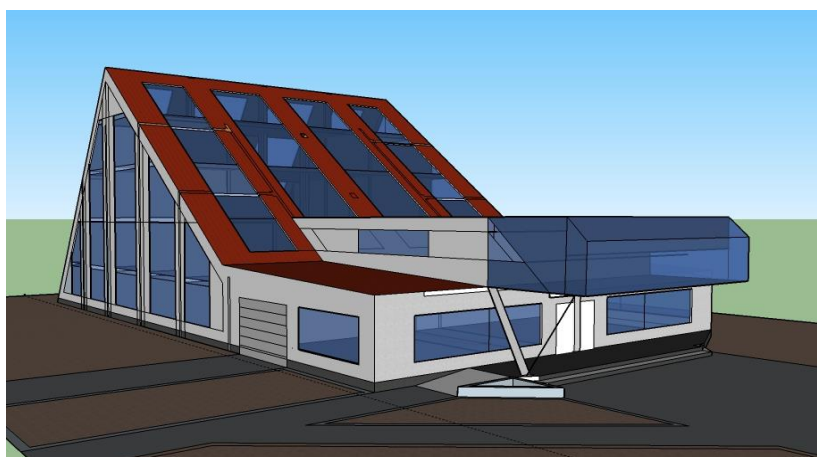


Рисунок 5 – Общий вид

*Вывод:* Предложенный проект городского центра дополнительного образования, созданный на кафедре архитектуры СибГИУ, является уникальным как с точки зрения архитектурного решения, так и с точки зрения инфраструктурного и функционального наполнения. Такой тип учебного заведения позволит упростить выбор будущей профессии.

#### Библиографический список

1. Осипов Ю.К. Инфраструктурное и функциональное наполнение общеобразовательной школы нового типа / Ю.К. Осипов // Вестник Сибирского государственного индустриального университета №1 (15), 2016 – С. 28-31.
2. Осипов Ю.К., Матехина О.В., Семин А.П. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий. Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 406 с.
3. Шерешевский И.А. «Конструирование промышленных зданий и сооружений»: Учебное пособие для студентов строительных специальностей. – М.: «Архитектура - С», 2007. 168 с.

## ГАРАЖ-ПАРКОВКА ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ЛИЧНОГО АВТОТРАНСПОРТА НА 120 МЕСТ

Деева А.И., Наумочкина В.С.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк,*

В статье приведены результаты поиска объемно-планировочного и конструктивного решения проекта здания гаража-стоянки для хранения личного автотранспорта. Разработано функциональное устройство сооружения, которое отвечает современным техническим, эстетическим и экономическим требованиям.

Ключевые слова: гараж-стоянка, хранение автотранспорта, рампа.

В настоящее время в городе Новокузнецке остро стоит проблема обеспечения граждан гаражами и парковками для личных автомобилей. Гаражи, как полноценные компенсационные сооружения, в городе практически отсутствуют, то есть вынесены за пределы дворов и кварталов, игнорируя предельно допустимые нормы удаления их от мест проживания владельцев (500 метров) [1]. В жилых районах старой застройки и в новых районах с высокой плотностью застройки очевидна потребность в местах хранения большого числа индивидуальных автомобилей [1]. Поэтому задача возведения гаражей и парковок в городе Новокузнецке – весьма актуальна.

В рамках курсового проектирования на кафедре архитектуры СибГИУ был разработан проект гаража на 120 парковочных мест для условий Новокузнецка.

Гараж представляет собой наземное сооружение с самоходным движением автомобилей по рампам. По внутренней планировке относится к гаражам манежного типа, с открытыми местами хранения автомобилей.

Здание размерами 70 x 63,2 м в осях, разделено на 3 этажа. За отметку 0.000 условно принята отметка чистого пола первого этажа. Высота этажей 2,7 м, высота от уровня земли до верхней точки здания 14,1 м.

На первом этаже расположены санузлы, помещения, предназначенные для операций технического обслуживания и шиномонтажа, хозяйственного обслуживания, включая охрану и уборку помещений.

Въезд в верхние этажи и выезд автомобилей осуществляется с помощью наклонных плоскостей – рамп. Сообщение между этажами – по лестнице из мелкогабаритных элементов на стальных косоурах.

Несущий остов сооружения представляет собой каркас из стальных колонн двутаврового сечения, опирающихся на монолитный столбчатый фундамент. Наружные стены – сэндвич-панели с минераловатным утеплителем. Междуетажные перекрытия выполнены из монолитных железобетонных плит, перегородки – из гипсобетонных панелей.

Освещение в здании совмещенное. Рампы, основной парковочный зал, лестничная клетка и служебные помещения освещаются за счет боковых проемов и искусственного освещения. Помещения технического обслуживания, санузел, въезд и входные узлы освещаются искусственным светом.

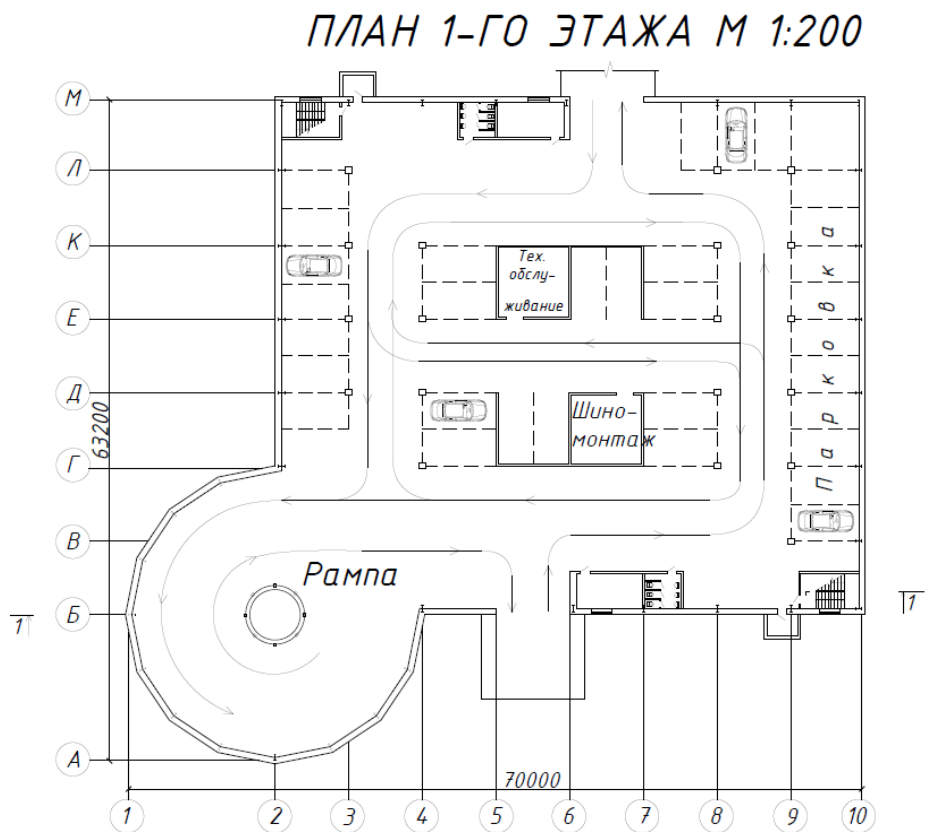


Рисунок 1 – План 1-го этажа

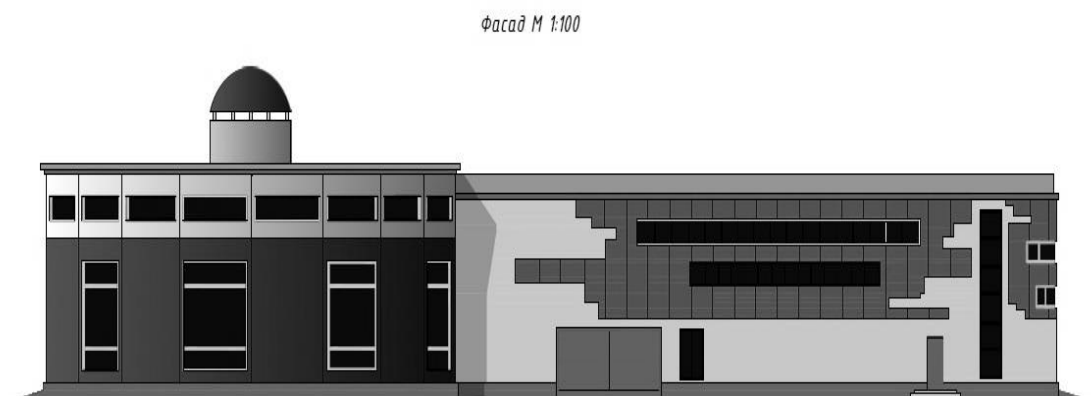


Рисунок 2 – Фасад

Колористика фасада выполнена в соответствии с окружающей застройкой, с учетом эмоционального воздействия на потребителей.

### ПЛАН ТИПОВОГО ЭТАЖА М 1:200

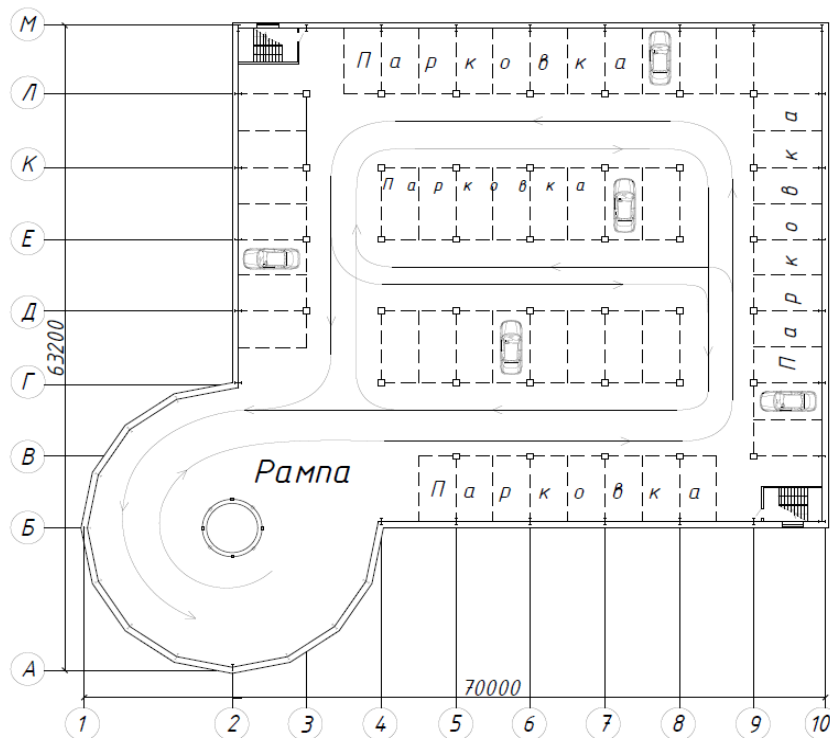


Рисунок 3 – План 2-го этажа

### РАЗРЕЗ 1-1 М 1:100

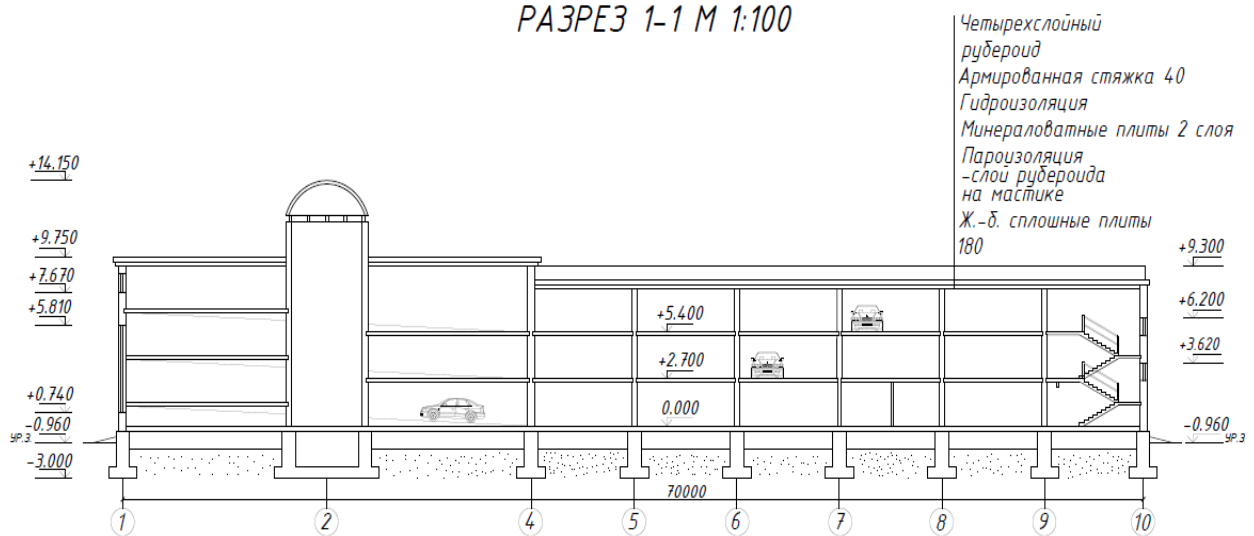


Рисунок 4 – Разрез сооружения

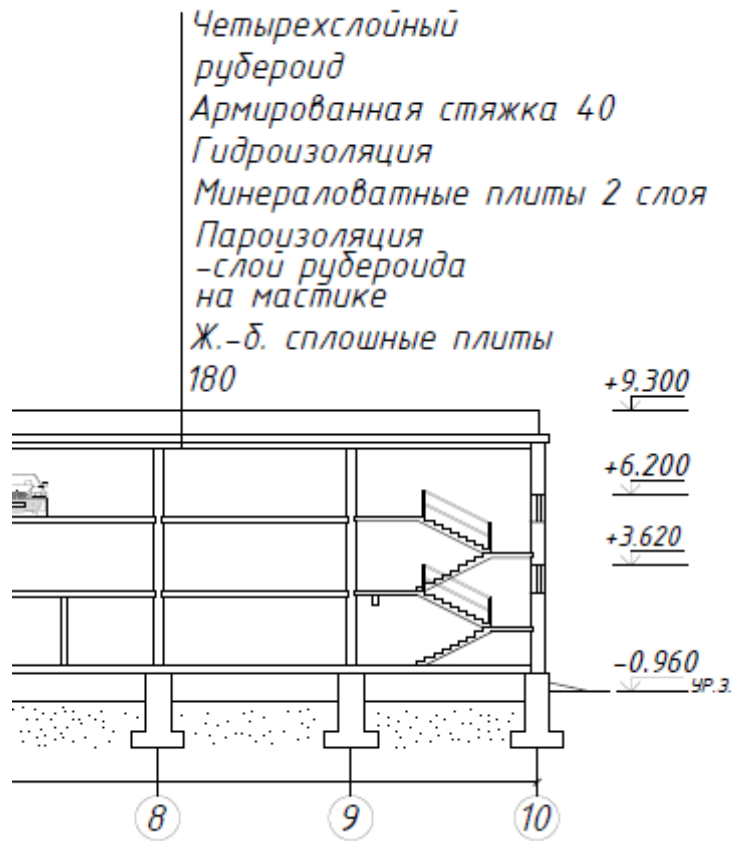


Рисунок 5 – Фрагмент разреза

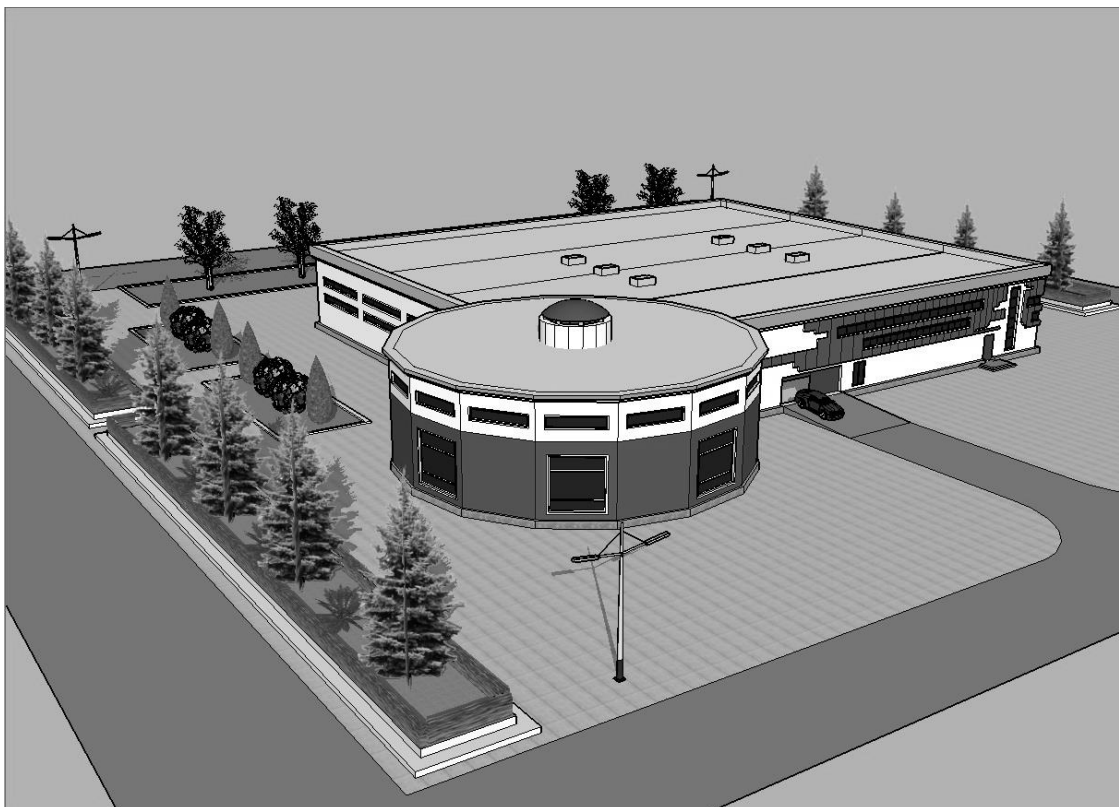


Рисунок 6 - Перспектива сооружения

Ключевой задачей при проектировании гаража-парковки была организация функционального и удобного пространства для обслуживания и хранения личного автотранспорта.

#### Библиографический список

1. Назаренко И.К. «Проектирование ресурсосберегающего жилья в суровых природно-климатических и жестких антропогенных условиях»: Пособие по проектированию./ ГОУ ВПО «СибГИУ». – Новокузнецк, 2004, 264 с., 129 илл.
2. Шерешевский И.А. «Конструирование промышленных зданий и сооружений»: Учебное пособие для студентов строительных специальностей. – М.: «Архитектура - С», 2007. 168 с., ил.
3. Атлас стальных конструкций. Многоэтажные здания. Перс. С нем. Ф. Харт, В. Хенин, Х. Зонтаг – М.: Стройиздат, 1977. 351 с.
4. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий: Учебное пособие / Осипов Ю.К., Матехина О.В., Семин А.П., Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2014. 406 с.

УДК 626.01

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ШЛАМОХРАНИЛИЩА

**Вахрушев С.В.**

**Научный руководитель: доцент Ланге Л.Р.**

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

Рассмотрены варианты организации работы шламохранилища металлургического производства в зависимости от количества поступающих углеотходов.

Ключевые слова: шламохранилище металлургического производства, продолжительность эксплуатации, технологии намывки, противофильтрационный экран.

Согласно нормативно-технической документации шламохранилище это не что иное, как гидротехническое сооружение, предназначенное для гидравлической укладки отвальных продуктов переработки сырья (хвостов обогащения), их осаждения, отделения из хвостовых пульп технической воды, используемой для оборотного водоснабжения.

Для сооружений, которые уже действуют на протяжении многих лет, актуален вопрос не только о дальнейшем использовании, но и вариантах развития, как в качественном, так и в количественном вопросе. Зачастую для таких сооружений рассматривают план контрмер для продления их срока службы. Иногда приходится отказаться от некоторых нерентабельных производств, а соответственно от их отходов, в сторону продолжительности эксплуатации.

На примере можно показать, как увеличивается срок эксплуатации в зависимости от технологии намывки посредством изменения объемов поступающего грунта. Для шламохранилища намывного типа заполнения объем качественного намывного грунта играет очень важную роль. В связи со снижением объема качественного намывного грунта, необходимого для намыва пляжей односторонним способом, после замыкания дамбы наращивания шламохранилище переходит к наливному типу заполнения, соответственно срок эксплуатации увеличивается.

Рассмотрим три варианта работы шламохранилища металлургического производства в зависимости от количества поступающих углеотходов.

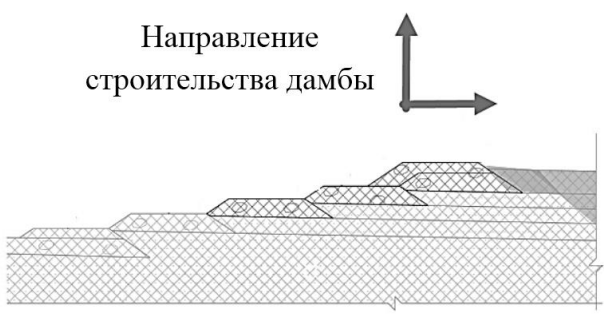
1. Работа по существующему положению (без снижения количества поступающих углеотходов);
2. Инвестиционный вариант (прекращение подачи углеотходов на шламохранилище);
3. Стагнация (постепенное ежегодное снижение поступающих объемов углеотходов на шламохранилище, в итоге полная остановка поступления углеотходов через 10 лет).

Исходя из этих данных на примере действующего шламохранилища, изменится тип заполнения с намывной технологии (при существующем положении), на наливную технологию (при инвестиционном варианте, или варианте стагнации).

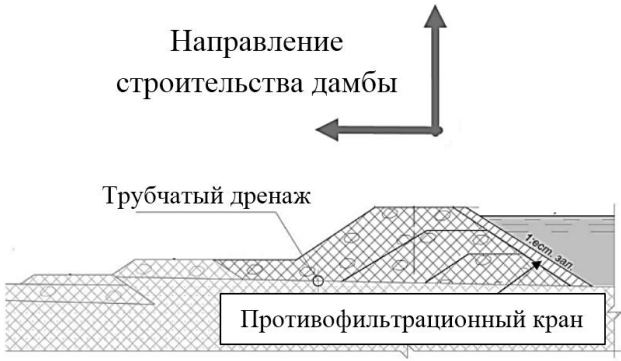

При намывном способе заполнения требуется односторонний намыв пляжей длиной не менее 50,0 м. После замыкания дамбы наращивания шламохранилище может эксплуатироваться по принципу наливного сооружения, при котором технология заполнения шламохранилища и наращивания ограждающей дамбы не привязывается к наличию пляжей.

Особенности технологии для каждого из вариантов сведены в таблицу 1.

Таблица 3 - Особенности технологии

<p style="text-align: center;"><b>Вариант 1</b></p> <p>Наращивание дамбы размещением конверторного шлака жестко связано с количеством поступающих углеотходов по системе гидротранспорта. Снижение количества углеотходов менее проектных величин ведет к невозможности намыва пляжа, накладывая ограничения на размещение конверторного шлака.</p>	 <p style="text-align: center;">Направление строительства дамбы</p>
---	---

Продолжение таблицы 1

<p><b>Вариант 2</b></p> <p>Наращивание дамбы размещением конверторного шлака не связано с количеством поступающих углеотходов. Противофильтрационный экран заменяет роль пляжа из углеотходов (относительно варианта 1). Углеотходы, зола, шлам транспортируются в пруд. По мере его наполнения дамба из конверторного шлака наращивается по периметру шламохранилища до новой проектной отметки.</p>	
<p><b>Вариант 3</b></p> <p>В результате увеличенного объема поступления углеотходов (по сравнению с Вариантом 2) поступающих в ШХ, возникнет необходимость в более быстром возведении дамбы ШХ для поддержания необходимого объема воды в пруде, что приведет к более быстрому наращиванию дамбы до проектной отметки.</p>	

При укрупненном расчете учитывая все особенности технологий, приблизительный срок эксплуатации шламохранилища для каждого варианта составит:

1. Существующее положение: 11 лет;
2. Инвестиционный вариант: 24 года;
3. Стагнация: 14 лет.

Таким образом, наиболее предпочтительным является Вариант № 2 по следующим критериям:

- Максимальный срок эксплуатации шламохранилища до проектной отметки при наиболее благоприятном профиците конверторного шлака;
- Возможно дальнейшее наращивание дамбы шламохранилища выше проектной отметки и размещение конверторного шлака при снижении объема жидких отходов, с разработкой компенсирующих мероприятий по подаче осветленной воды потребителям (по необходимости).



## Библиографический список

1. ПБ 03-571-03. Единые правила безопасности при дроблении, сортировке, обогащении полезных ископаемых и окусковании руд и концентратов. – Москва: ПИО ОБТ, 2003. – 119 с.
2. СП 58.13330.2012 Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01-2003. – Москва: ФАУ ФЦС, 2012. – 43 с.

УДК 628.161

## ОБРАБОТКА ПОВТОРНОЗАГРЯЗНЕННЫХ ВОД ВОДООЧИСТНЫХ КОМПЛЕКСОВ

**Паньков Ю.**

**Научный руководитель: доцент Ланге Л.Р.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены варианты повторного использования загрязненных вод водопроводных станций, исключающих сброс в водоем.

Ключевые слова: промывная вода, очистка, возврат в голову сооружений, отстойные сооружения, фильтры.

При получении питьевой воды на станциях очистки, забираемой из поверхностных источников, образуется значительное количество загрязненных вод от продувки горизонтальных отстойников, осветлителей со слоем взвешенного осадка и промывки скорых фильтров. Эти воды имеют высокие показатели по взвешенным веществам, цветности, алюминию и другим ингредиентам.

Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, их утилизация и предотвращение экологического ущерба является актуальной задачей, решение которой для многих водопроводных станций представляет серьезную проблему.

При двухступенчатых схемах очистки промывные воды фильтров и осветленную воду, выделившуюся в процессе сгущения и обезвоживания осадков, можно направлять в смесители.

Эффективность работы основной технологической цепочки будет зависеть от составов исходной и промывной воды, от количества добавляемой оборотной воды. Положительный эффект наблюдается при малой мутности исходной воды, низких температурах и повышенной цветности. В таких условиях процесс коагуляционной обработки наиболее затруднен и осложняется необходимостью применением повышенных доз коагулянта. обавляемая оборотная вода может действовать как замутнитель, снижая дозу коагулянта, повышая эффективность работы отстойников [1, 2].

Одним из важнейших факторов, влияющих на работу сооружений без предварительной подготовки оборотной воды, является соотношение объемов загрязненной оборотной и исходной воды, а также стабильность подачи и качественного состава оборотной воды. Учитывая, что поддержание равномерного качества для оборотной воды является достаточно сложной задачей, рассмотренная выше схема, как правило, показывает невысокую надежность на практике.

При обработке более мутных вод, а также в периоды сезонного повышения мутности внесение необработанных промывных вод с большим количеством взвешенных веществ ухудшает качество очищенной воды по показателям мутности и остаточного алюминия. Для таких условий рекомендуется максимальное осветление оборотной воды.

Логическим продолжением совершенствования технологии обработки промывных вод является полный отказ от возврата каких-либо стоков в «голову» сооружений. Как уже говорилось выше, это связано с главными и трудно устранимыми недостатками оборотного водоснабжения: неравномерностью подачи и различием показателей качества обрабатываемой поверхностной воды и добавляемой промывной [3].

Предлагается выделить отдельную цепочку существующих сооружений и использовать их для обработки промывных вод. При этом на выделенных сооружениях поддерживается индивидуальный технологический режим, а очищенная вода направляется в резервуары чистой воды, используется для промывки фильтров или для технических целей станции. В этом случае общее количество обрабатываемой на сооружениях станции воды остается неизменным, то есть, нет необходимости в дополнительном строительстве, за исключением отдельного смесителя для выделенной технологической цепочки. Накопление и усреднение по составу и расходу промывных вод осуществляется в резервуаре-усреднителе. Возможны три основных варианта обработки промывных вод:

- согласно первой схеме промывные воды обрабатываются на выделенном из технологического процесса отстойных сооружений, с подачей очищенной воды на общие скорые фильтры станции очистки с последующей подачей в резервуар чистой воды;

- по второй схеме промывные воды обрабатываются по полной схеме (отстаивание и фильтрование с подачей очищенной воды в резервуар чистой воды);

- третий вариант предполагает очистку промывной воды по второй схеме, но очищенные промывные воды подаются на промывку скорых фильтров станции очистки.

Вторичные промывные воды, образующиеся от выделенных скорых фильтров, направляются в тот же резервуар-усреднитель, откуда перекачиваются на цепочку выделенных сооружений согласно одной из предложенных схем.

В резервуар-усреднитель можно собирать все грязные технологические стоки станции: промывные воды фильтров, сбросы из смесителей и ка-

мер хлопьеобразования, осадок из отстойников, вторичные промывные воды от выделенных фильтров.

Исследования показали, что скорость осаждения шламовых вод резко возрастает при разбавлении их промывной водой фильтров [4,5].

Как видно из кривой выпадения взвеси (рисунок 1) скорость осаждения в первый час отстаивания составляет: для промывной воды фильтров – 0,33 м/ч, для осадка из осветлителей – 0,007 м/ч. Для увеличения скорости осаждения осадка был рассмотрен вариант смешения его с промывными водами фильтров в разных соотношениях. Максимальная скорость осаждения получена при соотношении промывных вод и шламовых 2:1 и составляет – 0,26 м/ч. Т.е. при разбавлении высокомутного осадка осветлителей среднетурбидными промывными водами фильтров скорость его осаждения многократно возрастает и сопоставима со скоростью осаждения промывных вод.

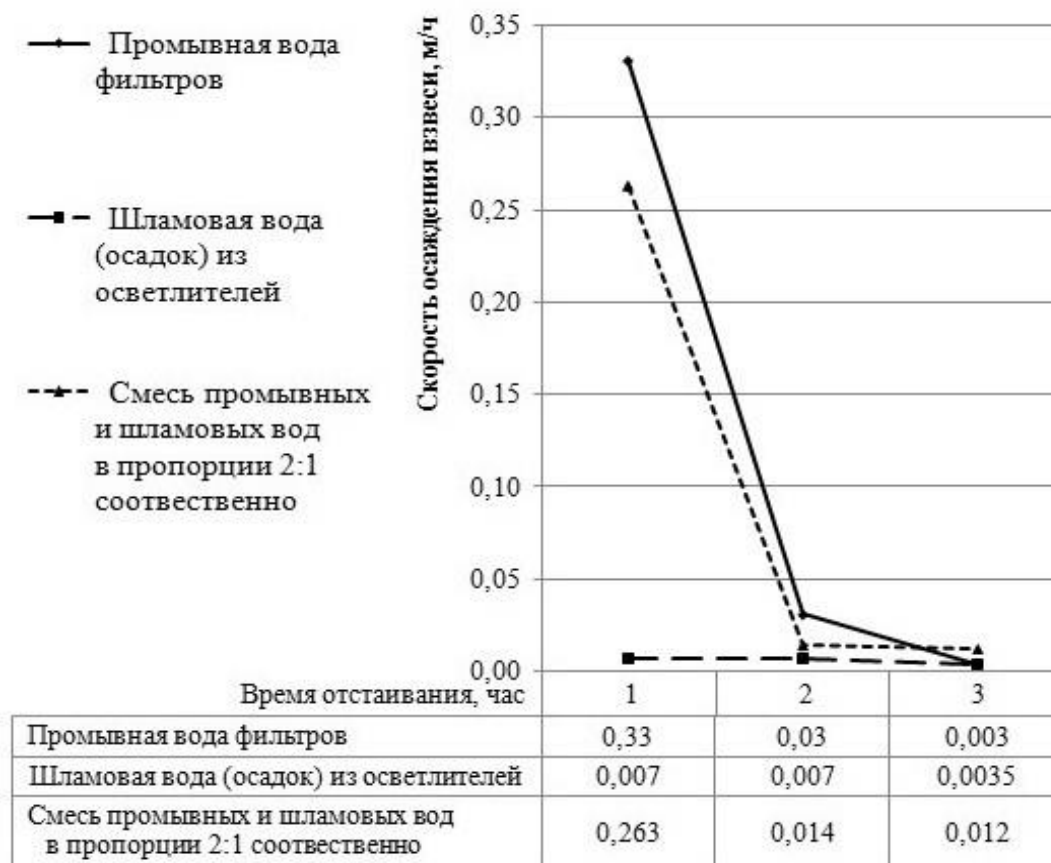


Рисунок 1 – Исследование скорости осаждения промывных вод станции

В такой схеме все задержанные загрязнения концентрируются в выделенном отстойнике, осадок из которого подвергается механическому обезвоживанию и утилизируется.

#### Библиографический список

1. Ланге Л.Р. Гохман Б.М. Повторное использование промывной воды на водопроводных очистных сооружениях– В кн.: Сб. трудов XIII междунар.

науч.-практ. конф. Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2011. С.12–14

2. Ланге Л.Р. Гохман Б.М. Повторное использование промывной воды – В кн.: Сб науч. трудов. Новые строительные технологии. – Новокузнецк: СибГИУ. 2010. С 219-221

3. Ланге Л.Р. Гохман Б.М. Пронина С.В. Технологии использования промывной воды – В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ. 2010. С 184-188

4. Ланге Л.Р. Дордин В.Д. Добрынина Н.В. Снижение расхода воды на собственные нужды станций водоподготовки – В кн.: Сб. трудов XIX междунар. науч.-практ. конф. Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. Кемерово: «Экспо-Сибирь», 2013. С.56–59

5. Дордин В.Д, Ланге Л.Р., Добрынина Н.В. Использование повторнозагрязненных вод на станции водоподготовки //Водоочистка. 2014 №1. С.35-38.

УДК 662.61

## **ПЕРЕВОД КОТЛОВ НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО**

**Смолькова Е.Е.**

**Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

В работе проанализированы достоинства и недостатки перевода каменноугольных котлов на газообразное топливо. Произведен расчет экономии условного топлива.

Ключевые слова: газовые котлы, коэффициент полезного действия.

В настоящее время ведется активная работа, связанная с поиском путей по совершенствованию способов сжигания органического топлива. Общеизвестно, что вихревое сжигание низкосортного твердого топлива является одним самых технологичных способов сжигания. [1, 2]. Однако, большие запасы природного газа по сравнительно низким ценам и усиление борьбы за снижение вредных выбросов на угольных котельных, заставляют все больше задуматься об использовании газа. Что делать с существующими угольными котлами? Предпочтительным решением является перевод их на газ. Общеизвестно, что к основным преимуществам газовой котельной можно отнести экономичность работы, экологичность топлива и высокий показатель КПД.

Недостатками эксплуатации газовых установок являются:

- высокая стоимость подключения к газовой магистрали;
- необходимость установки автоматики, следящей за утечкой газа;
- проведение лицензированного сервисного обслуживания котельной

перед началом отопительного сезона;

- получение лицензии на установку на газе (природном или сжиженном);
- капитальные затраты на переоборудование котельной.

Перевод котлов на газообразное и жидкое топливо вызывает существенные изменения в работе котлов: резко увеличивается теоретическая температура горения, а, следовательно, и температура факела, которая, в свою очередь, приводит к увеличению теплоотдачи излучением в топке. Для экранированных топок перевод на сжигание газообразного и жидкого топлива позволяет уменьшить коэффициент избытка воздуха и приводит к усилению теплоотдачи, уменьшению температуры продуктов сгорания на выходе из топки, снижению температуры уходящих газов и повышению КПД.

Коэффициент полезного действия котлоагрегата, переведенного на газообразное топливо, больше КПД котлоагрегата на твердом топливе на величины потерь от механической неполноты сгорания и физической теплоты шлака. Особенно существенно повышение КПД в случаях перевода на газообразное топливо старых котлов, работающих на твердом топливе с большими избытками воздуха. Можно ожидать, что перевод котлов паропроизводительностью 10-20 т/ч с цепными решетками на газообразное топливо обеспечивает повышение КПД от  $\eta^{бр}=65-70\%$  до  $\eta^{бр} 80-85\%$ , т. е. в среднем на 20 %. При этом появляется ряд эксплуатационных преимуществ: уменьшение расхода электроэнергии на собственные нужды, удлинение межремонтного периода и уменьшение числа обслуживающего персонала за счет ликвидации системы топливоподачи и шлакозолоудаления; возможность широкого внедрения автоматизации процесса горения; снижение себестоимости выработки тепла; повышение культуры, санитарно-гигиенических условий эксплуатации котельных установок и улучшение условий труда.

Экономия условного топлива в результате повышения КПД котлоагрегата, переводимого на газообразное и жидкое топливо, может быть определена по формуле

$$\Delta B = \frac{D_{бр} \cdot (i_{п} - i_{пв})}{7000} \cdot \left[ \frac{1}{\eta_{тт}} - \frac{1}{\eta_{гм}} \right]$$

где  $D_{бр}$  – паропроизводительность котла на твердом топливе, кг/с;

$i_{п}$  – энтальпия пара давлением 1,4 МПа, кДж/кг;

$i_{пв}$  – энтальпия питательной воды;

$\eta_{тт}$  – КПД котлоагрегата брутто на твердом топливе;

$\eta_{гм}$  – КПД котлоагрегата брутто на газообразном и жидком топливе:

$$\eta_{гм} > \eta_{тт} + q_4 + q_6$$

где  $q_4$  и  $q_6$  – потери тепла от механической неполноты сгорания и физического тепла шлаков, %.

Предварительная оценка экономии условного топлива при переводе угольного котла на сжигание природного газа

$$\Delta B = \frac{1.8 \cdot (2786 - 435.8)}{7000} \cdot \left[ \frac{1}{79.1} - \frac{1}{(79.1 + 8 + 0.8)} \right] = 0,60278 \text{ кг у.т./с}$$

$$\Delta B = 0,60278 \cdot 7500 = 16,2 \text{ т у.т./год,}$$

где  $h$  – число часов работы котельной в год.

*Вывод.* Благодаря реконструкции котельной, эффективность использования топлива станет выше, а финансовые затраты на закупку электроэнергии заметно снизятся. Кроме того, такая мера позволит снизить выброс вредных веществ в атмосферу и повысить качество обслуживания потребителей.

#### Библиографический список

1. Башкова М.Н., Казимиров С.А., Темлянцев М.В., Багрянцев В.И., Рыбушкин А.А., Слажнева К.С. Практика и перспективы применения различных способов сжигания твердого топлива в теплоэнергетических установках. – Вестник Сибирского государственного индустриального университета, № 2 (8), 2014, С.24-32.
2. Казимиров С.А., Башкова М.Н., Слажнева К.С. Анализ возможностей оборудования вихревыми топками действующих котельных агрегатов малой и средней мощности. – Вестник Сибирского государственного индустриального университета, № 1 (11), 2015, С.44-49.

УДК 621.52

## ОБЗОР ОСНОВНЫХ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ХОЛОДИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Редькин А.Д.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комарова Н.А.**

*Кемеровский технологический институт пищевой промышленности (университет), г. Кемерово, e-mail: redkin.aleksandr.1993@mail.ru*

Дан обзор теплоизоляционных материалов, применяемых в теплоизоляционных ограждающих конструкциях холодильных сооружений. Приведена технико-экономическая характеристика теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: теплоизоляционные ограждающие конструкции, холодильные предприятия, тепловая изоляция низкотемпературных объектов, теплоизоляционная краска.

Теплоизоляционные ограждающие конструкции предприятий, использующих холод, а также тепловая изоляция сосудов, аппаратов и трубопроводов являются одним из важнейших элементов холодильных установок. Капитальные и эксплуатационные затраты, связанные с созданием и последующей эксплуатацией охлаждаемых объектов различного типа и назначения,

во многом определяются качеством изготовления теплоизоляционных конструкций предприятия, а также эффективностью их эксплуатации. Поэтому важной задачей проектирования является расчет и выбор теплоизоляционных ограждающих конструкций. Современные теплоизоляционные материалы, имеющие различные характеристики и свойства, помогают решить эту задачу. Правильно подобранная теплоизоляция помогает решить две основные проблемы: поддержание стабильного температурно-влажностного режима в охлаждаемом объекте и экономии энергии.

На рынке тепловой изоляции низкотемпературных объектов существует множество различных материалов, некоторые из них уже достаточно давно известны, например: минеральная вата или пенополистирол (пенопласт). Есть так же и новинки. Все материалы имеют свои достоинства и недостатки. Рассмотрим некоторые из них.

*Полистирольные пенопласты.* Существует два метода производства – беспрессовый и прессовый. Внешне практически ничем не отличаются. Структура материала – это маленькие, скрепленные между собой шарики. В холодильной технике применяется пенополистирол, полученный беспрессовым способом (ПСБ). Утеплитель не имеет нижней температурной границы применения, прочный, недорогой, удобен в работе. Имеет высокие теплоизолирующие свойства. К минусам этого материала можно отнести его деформацию при попадании солнечных лучей. Пенопласты не "дышат" и разрушаются при замораживании в случае попадания влаги [1].

*Экструдированный пенополистирол* свое название получил из-за метода, которым его производят (экструзия). Имеет прочную, цельную микроструктуру, представляющую собой закрытые ячейки, заполненные газом (воздухом). Ячейки непроницаемы, потому что, в отличие от пенопласта, не имеют микропор, следовательно, проникновение газа и воды из одной ячейки в другую невозможно, поэтому у него самый низкий показатель водопоглощения. Экструдированный пенополистирол прочнее пенополистирола и не разрушается от солнца. Материал инертен и нетоксичен. Так же как и пенопласт, материал не «дышит» [1].

*Пенополиуретан.* Этот материал получают при реакции двух жидких компонентов (изоцианата и полиола), – в результате которой образуются микрокапсулы, заполненные воздухом. К плюсам этого материала можно отнести возможность утеплять неровные поверхности. При монтаже отсутствуют стыки. Материал биологически нейтрален, высокоэластичен, устойчив к микроорганизмам, плесени, гниению.

*Минеральная вата.* Это - любой волокнистый утеплитель, получаемый из минерального сырья. Минеральная вата высокопористая (до 95% объема занимают воздушные пустоты), поэтому у нее высокие теплоизоляционные свойства. Волокно, которое получают из расплава, скрепляется в изделие с помощью связующего, (чаще всего это фенолформальдегидная смола). Есть изделия, которые называются прошивные маты – в них материал зашивается в стеклоткань и прошивается нитками. Минеральная вата малогигроскопич-

ная, обладает стабильностью физических и химических характеристик, морозостойкая. Материал является шумоизолятором. При попадании влаги теряет теплоизолирующие свойства. Требуется пароизоляционная и гидроизоляционная пленки при монтаже [1].

*Пеностекло (ячеистое стекло).* Производят его путем спекания стеклянного порошка с газообразователями, например, известняком. Пористость материала 80-95 %. Это обуславливает высокие теплоизоляционные свойства пеностекла. Материал очень прочный, водостойкий, морозостойкий, не подвергается порче грызунами. Легко подвергается механической обработке. Срок его службы практически неограничен [1].

*Теплоизоляционная краска.* Сравнительно новый на рынке низкотемпературной теплоизоляции материал. Состав теплоизоляционных красок предполагает наличие воды, наполнителей, акриловой дисперсии и добавок в виде стекловолокна, перлита, пеностекла или керамических микросфер. Краска ложится на поверхность слоем в 2-4 мм, который отлично заменяет несколько миллиметров традиционного утеплителя. Преимущество в использовании теплоизоляционной краски - равномерное распределение по всей поверхности. Благодаря этому утеплить рельефные и малодоступные объекты становится легче, чем с использованием традиционных утеплителей. По консистенции теплоизоляционная краска напоминает густую пасту, которая имеет белый или серый цвет. Этот материал рекомендуется наносить при помощи распылителя для равномерного распределения по всей площади теплоизолируемой поверхности. Материал стойкий к воздействию ультрафиолетового излучения, устойчив к атмосферным осадкам и механическим повреждениям, водонепроницаем и долговечен [2]. Есть первые опыты использования для теплоизоляции трубопроводов холодильных установок.

Технико-экономическая характеристика вышеперечисленных теплоизоляционных материалов представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Технико-экономическая характеристика теплоизоляционных материалов

Материал	Горючесть	$\lambda$ , Вт/(м·°С)	Диапазон рабочих температур, С°	Цена, руб./м <sup>3</sup>
Пенополистирол (пенопласт)	Г	0,035 - 0,047	-50 ÷ +70	1000-2500
Экструдированный пенополистирол	Г	0,019 - 0,040	-90 ÷ +120	2000-3000
Пенополиуретан (ППУ)	Г	0,019 - 0,035	-200 ÷ +180	1500-3500
Минеральная вата	НГ	0,035 - 0,040	-70 ÷ +500	1000-3500
Пеностекло	НГ	0,040 - 0,080	-260 ÷ +230	10000-20000
Теплоизоляционная краска	НГ	0,05 - 0,14	-70 ÷ +260	500-2000 руб/л



Возможность натуральных исследований с применением современной измерительной техники, имеющейся в распоряжении НОЦ ТХТ КемТИПП, обработка и анализ полученных результатов дают возможность оценить фактическое состояние как тепловой изоляции, так и строительных элементов ограждающих конструкций эксплуатируемых и вновь возводимых холодильных предприятий.

#### Библиографический список

1. Электронный ресурс.- режим доступа: <http://www.builderclub.com/statia/teploizolyacionnye-materialy-vybor-teploizolyacionnyh-materialov>.

2. Электронный ресурс.- режим доступа: <http://strport.ru/izolyatsionnye-materialy/teploizolyatsionnaya-kraska-vybor-i-primenenie>.

УДК 624

## ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО ТИПА ФУНДАМЕНТОВ

Полуносик Е.А.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: forsnasha@yahoo.com*

Внедрение облегченных фундаментов - реальный путь получения существенного экономического эффекта, уменьшения материалоемкости фундаментов. В статье рассмотрено три варианта фундаментов мелкого заложения. Сделано экономическое сравнение вариантов.

Ключевые слова: фундамент, сравнение вариантов, сметная стоимость, трудоёмкость, приведенные затраты.

В жилищно-гражданском строительстве в настоящее время применяются, в основном, ленточные фундаменты [1]. Рассмотрим три варианта наиболее экономичных ленточных фундамента (рисунок 1):

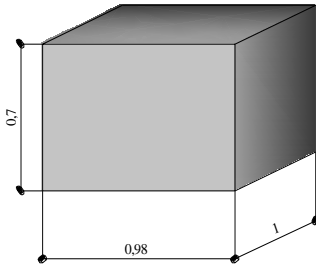
1 Вариант - ленточный бетонный фундамент, габаритные размеры 0,7х0,98х1 м.

2 Вариант - ленточный двухщелевой фундамент, габаритные размеры 0,7х0,98х1 м., щель - 0,7х0,6х1 м.

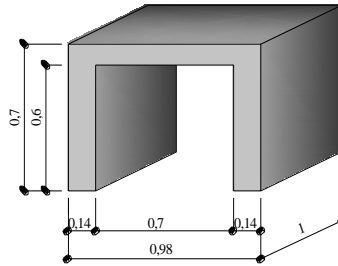
3 Вариант – ленточный трехщелевой фундамент, габаритные размеры 0,7х0,98х1 м., 2 щели 0,28х0,6х1 м.

Для объективного выбора оптимального варианта проектных решений их необходимо сравнивать с учетом всего комплекса затрат [2]. В качестве такого комплексного критерия выступают приведенные затраты.

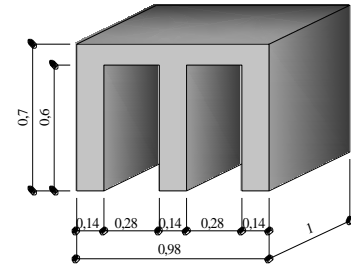
Ленточный фундамент



Ленточный двухщелевой фундамент



Ленточный трехщелевой фундамент



№ п/п	Наименование	Варианты		
		1	2	3
1	Сметная стоимость, т.руб	391	151	199
2	Сметная себестоимость, т.руб	253,66	98,509	129,53
3	Трудоемкость, чел.час	231,5	89,8	118,1
4	Приведенные затраты, т.руб/год	58,74	26,82	34,24

1 Вариант – ленточный фундамент; 2 Вариант – ленточный двухщелевой фундамент; 3 Вариант – ленточный трехщелевой фундамент

Рисунок 1 – Щелевидные фундаменты мелкого заложения для малоэтажного строительства

*Приведенные затраты.* По каждому варианту представляет собой сумму текущих затрат и капитальных вложений, приведенных к одной размерности:

$$П = E_H K + \Delta t ПГ E_H + Э,$$

где  $П$  - приведенные затраты по сравниваемым вариантам, руб/год;  
 $K$  - единовременные затраты (сметная стоимость строительства), руб.;  
 $E_H$  — нормативный коэффициент эффективности, принимаемый в среднем  $0,15, 1/\text{год}^{-1}$   
 $\Delta t$  - разница в сроках строительства сравниваемых вариантов, руб,  
 $ПГ$  - годовая прибыль от деятельности предприятия, руб;  
 $Э$  - среднегодовые эксплуатационные затраты, руб/ год.

$$\Delta t = \frac{T_{\max} - T_k}{T_{\max}}$$

где  $T_{\max}$  и  $T_k$  – трудоемкость монтажа соответственно по варианту с наибольшими трудовыми затратами и оцениваемому варианту, чел-ч.;

$$ПГ = \alpha K E_H;$$

$\alpha$  – коэффициент, учитывающий долю стоимости конструктивного элемента в полной стоимости объекта ( $\alpha = 2 \dots 4$ ).

$$Э = K Э_{тр} / 100$$

где  $Э_{тр}$  - норма годовых отчислений на текущие ремонты

*Вариант 1*

$$\Delta t = \frac{231,5 - 231,5}{231,5} = 0$$

$$Э = K Э_{тр} / 100 = 391 * 0,01 / 100 = 0,0931 \text{ т.р./год}$$

$$ПГ = \alpha K E_H = 2 * 391 * 0,15 = 117,3 \text{ т.р.}$$

$$П_1=0,15*391+0,0931= 58,74\text{т.руб./год}$$

*Вариант 2*

$$\Delta t = \frac{231,5 - 89,8}{231,5} = 0,612$$

$$\Theta = K \text{ЭТР} / 100 = 151 * 0,01 / 100 = 0,0151 \text{т.р./год}$$

$$ПГ = \alpha K E_H = 2 * 151 * 0,15 = 45,3 \text{т.р.}$$

$$П_2 = 0,15 * 151 + 0,612 * 0,15 * 45,3 + 0,0151 = 26,82 \text{т.руб./год}$$

*Вариант 3*

$$\Delta t = \frac{231,5 - 118,1}{231,5} = 0,489$$

$$\Theta = K \text{ЭТР} / 100 = 199 * 0,01 / 100 = 0,0199 \text{т.р./год}$$

$$ПГ = \alpha K E_H = 2 * 199 * 0,15 = 59,7 \text{т.р.}$$

$$П_2 = 0,15 * 199 + 0,489 * 0,15 * 59,7 + 0,0199 = 34,24 \text{т.руб./год}$$

#### Библиографический список

1. Кожевникова С.В. Напряженно – деформированное состояние упруго – пластического основания ленточных щелевидных фундаментов (монография) / С.В.Кожевникова, А.П.Криворотов // Монография.– Новокузнецк, 2002.– 213 с.

2. Кожевникова С.В. Определение экономичного типа фундамента / С.В. Кожевникова, А.П. Криворотов // Наука в условиях рынка. Материалы очно – заочной 13-й международной научно практической науковедческой конференции, 14–15 июля 1995г. – Новосибирск, 1995. – С.49.

УДК 624

## К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Баратынец Д.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: forsnasha@yahoo.com*

В статье описан процесс реконструкции зданий и сооружений, его значение и специфика. Рассмотрены этапы реконструкции, в частности аудит зданий, реконструкция фундаментов, фасадов и стен зданий, крыши, промышленных зданий.

Ключевые слова: реконструкция; аудит зданий; эксплуатация; ремонт; разрушение; реконструкция фасадов; реконструкция крыши; обследование зданий и сооружений; дефекты строения.

Регулярное проведение обследования зданий и сооружений — необходимое условие правильной эксплуатации [1], несоблюдение которого может привести не только к значительному ущербу, но и к человеческим жертвам.

Своевременное обследование позволяет выявить дефекты строения, сделать прогноз их развития и оперативно принять необходимые меры по их устранению или стабилизации негативных процессов [2].

Необходимость реконструкции стен и фасадов жилых, производственных, офисных и других типов зданий возникает как из-за снижения их несущей способности, возникающей по причине осадки, эрозии и возникновения трещин, так и по эстетическим причинам. Усиление стен в процессе реконструкции может производиться за счет добавления в каркас железных конструкций и элементов или за счет новой кладки, которая выполняется вдоль всей поверхности старой стены и крепится к ней анкерными болтами [3].

Появление современных технологий и материалов позволяет оперативно усилить кладку фасада, полностью демонтировать его или создать навесной фасад [3]. Реконструкция фасада может включать штукатурные работы, окраску, усиление кладки, увеличение количества и размера окон здания, монтаж навесного вентилируемого фасада. В случае если требуется ремонт входа и оформление входной группы, на время этих работ устраивается временный новый вход.

Этапами реконструкции зданий являются:

1. аудит здания и его несущих конструкций;
2. разработка проекта реконструкции здания;
3. согласование проектной документации во всех инстанциях, включая возможную смену целевого назначения;
4. усиление конструкций здания;
5. строительно-монтажные работы;
6. монтаж инженерных систем и пуско-наладочные работы;
7. отделочные работы;
8. благоустройство прилегающей территории.

Благодаря тому, что фасад здания выполняет важную эстетическую функцию, его реконструкция может выполняться исключительно с декоративной целью. По этой же причине проект реконструкции здания должен разрабатываться с учетом единого архитектурного облика, а его реализация требует специального разрешения.

Кровля выполняет очень важную функцию, защищая здание от агрессивного воздействия окружающей среды. В первую очередь это относится к помещениям, расположенным на верхних этажах. В ходе эксплуатации здания необходимо систематически оценивать состояние кровли — и, в случае обнаружения проблем, оперативно их решать.

Как правило, после каждого внимательного осмотра обнаруживаются незначительные повреждения, которые можно оперативно устранить. Например, поставить заплатки на отдельные участки мягкой кровли, заменить износившиеся участки желобов и труб и т.д. Если металлическая кровля поражена ржавчиной, она заново окрашивается.

Среди причин, по которым может возникнуть необходимость реконструкции, стоит выделить увеличение нагрузки, уменьшение несущей способности грунтов [4] и ослабление кладки фундамента [5]. Своевременное проведение реконструкции позволит избежать появления трещин в конструкциях здания.

Основной задачей при реконструкции является разгрузка фундаментов [6], позволяющая снизить давление на каждый квадратный метр основы за счет увеличения несущей площади [7]. Эти задачи могут достигаться применением методов битумизации, цементации, термической обработки, силикатизации, электросиликатизации, смолизации, втрамбовыванием щебня, а также использования щелевидных фундаментов [8].

Процесс реконструкции и ремонта производственных зданий — предприятий, складов и других нежилых объектов — выполняется по общей схеме. Такая реконструкция может решать задачи изменения их ключевых параметров, включая количество и размеры помещений, несущих способностей фундамента и стен, изменения внешнего облика фасада и т.д [9, 10].

Наиболее сложной как на этапе согласования проекта, так и на последующих этапах является реконструкция промышленных зданий — например, цехов предприятия, с целью смены его назначения: как правило, для использования помещений под офисы. В таких случаях стоимость реконструкции и ремонта здания может существенно возрасти [11].

Специфика и стоимость реконструкции зданий зависит от их назначения — например, жилые, производственные или офисные здания, склады и т.д., — а также их местонахождения, состояния, в котором находится здание, архитектурного окружения, исторической ценности и т.д.

#### Библиографический список

1. Платонова С.В. Актуальные проблемы развития малоэтажного строительства / С.В.Платонова // VI Всероссийская научно-практическая конференция Социально-экономические аспекты современного развития России (ВК -43-99) февраль – Пенза, 2009. – С.87–89.

2. Платонова С.В. Экологические приоритеты в проектировании частного сектора / С.В.Платонова // XVII Международная научно – практическая конференция Экология и жизнь. – Пенза, 2009. – С.97–100.

3. Платонова С.В. Технология индивидуального строительства и экологичность /С.В.Платонова// XVI Международная научно – практическая конференция Экология и жизнь. – Пенза: Приволжский дом знаний, 2009. – С.103–105.

4. Платонова С.В. Анализ напряженно - деформированного состояния упруго - пластического основания ленточных щелевидных фундаментов с использованием программы «Геомеханика» / С.В.Платонова // Монография. – Уфа, 2015.– 176 с.

5. Платонова С.В. Щелевидные фундаменты для жилищного строительства / С.В. Платонова // IX Международная научно-технической конфе-

ренции Эффективные строительные конструкции: теория и практика. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. – С.209–212.

6. Платонова С.В. Облегченные фундаменты для малоэтажного жилищного строительства / С.В. Платонова // Вестник сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – №2 (4) – С.42–44.

7. Платонова С.В. Экспериментальное исследование напряженного состояния грунтового основания под подошвой ленточных щелевидных фундаментов / С.В.Платонова // Инновационное будущее технических наук: материалы Международной научно-практической конференции. – Уфа: Аэтерна, 2015. – С.15-19.

8. 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.

9. Кожевникова С.В. Напряженно – деформированное состояние упруго – пластического основания ленточных щелевидных фундаментов (монография) / С.В.Кожевникова, А.П.Криворотов // Монография.– Новокузнецк, 2002.– 213 с.

10.Платонова С.В. Оценка прочности щелевидных фундаментов с учетом пластических свойств грунтового основания / С.В.Платонова //Известия высших учебных заведений. Строительство. –2009. –№5. – С. 9–15.

11. Кожевникова С.В. Определение экономичного типа фундамента / С.В. Кожевникова, А.П. Криворотов //Наука в условиях рынка. Материалы очно – заочной 13-й международной научно практической науковедческой конференции, 14–15 июля 1995г. – Новосибирск, 1995. – С.49.

УДК 624

## **УСТРОЙСТВО ЛЕНТОЧНЫХ ЩЕЛЕВИДНЫХ ФУНДАМЕНТОВ**

**Полуносик Е.А., Надымова А.Н.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail:forsnesha@yahoo.com*

Увеличение доли индивидуального жилищного строительства предусматривает разумное использование конструкций фундаментов. Малонагруженные фундаменты обладают рядом специфических свойств: выбор материала фундаментов, их конструктивные особенности, технологию работ нулевого цикла. В статье перечислены основные этапы устройства ленточных монолитных фундаментов.

Ключевые слова: грунтовое основание, фундамент, технология возведения.

Сроки строительства зданий и сооружений в значительной степени зависят от длительности возведения их фундаментов [1]. Оптимальной можно

считать такую конструкцию фундамента, которая удовлетворяла бы следующим требованиям: обладала бы низкой материально - и трудоемкостью, простотой и технологичностью изготовления элементов фундамента [2–4].

Результаты проведенного обзора монолитных и сборных малонагруженных фундаментов мелкого заложения [5] позволяют сделать вывод о том, что наиболее полно отвечает этим требованиям фундамент, изображенный на рисунке 1.

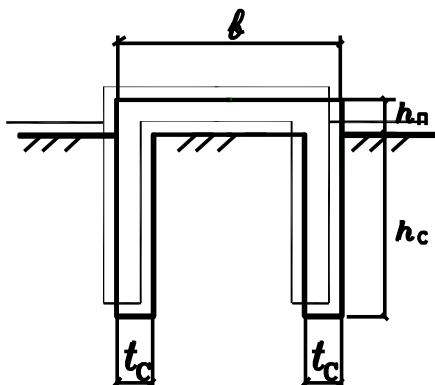


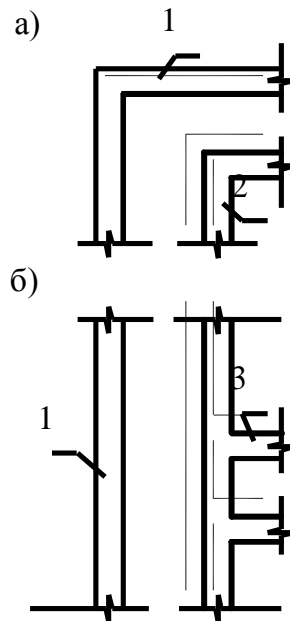
Рисунок 1 - Щелевой фундамент

В конструктивном решении данного вида фундамента сочетаются следующие положительные качества: небольшая глубина заложения и технологичность их возведения при незначительных трудовых затратах; фундаменты достаточно широко апробированы [6]. П - образные фундаменты из монолитного железобетона по сравнению с другими рассмотренными выше вариантами фундаментов имеют наименьшие стоимость изготовления, расход материала (бетона и стали), транспортные расходы, объем земляных работ (в особенности при устройстве сборных П - образных фундаментов, вдавливаемых в грунт). Опытные П - образные щелевидные фундаменты возводились на просадочных и непросадочных грунтах с показателем текучести  $J_L$  не более 0.5 [8–10]. Материал фундаментов - тяжелый бетон.

Для возведения щелевых фундаментов необходимо выполнить ниже следующие строительные процессы:

- 1) снять растительный слой под все здание с включением площади отмостки и провести планировку для фундамента;
- 2) устроить щели для стенок фундамента;
- 3) установить опалубку фундаментной плиты и уложить ходовые доски;
- 4) уложить бетон в стенки и плиту фундамента;
- 5) организовать уход за бетоном фундамента;
- 6) снять опалубку фундаментной плиты и убрать ходовые доски.

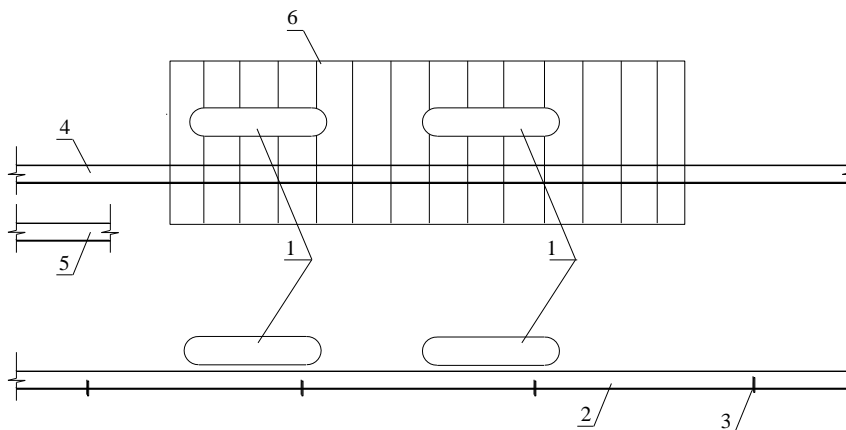
Разработку щелей следует начинать с угла здания для стенок наружного периметра фундамента, после чего разрабатываются щели для стенок внутреннего периметра фундамента наружных стен и далее щели для фундаментов внутренних стен (рисунок 2).



- 1—щель для стенки наружного периметра фундамента под наружные стены;  
 2—тоже для внутреннего периметра фундамента под наружные стены;  
 3—щели для фундамента внутренних стен

Рисунок 2—Щели в грунте для элементов коробчатого фундамента

Частичная подчистка дна щелей на углах фундамента производится специальными лопатами, имеющими ширину 110 мм. Если до начала разработки щелей внутреннего периметра фундамента наружных стен, щели наружного периметра не заполнены бетоном, то их необходимо перекрыть щитами размером 1200 x 300 x 50 мм, которые по мере движения экскаватора перекладываются в новое положение (рисунок 3). Указанное мероприятие предохраняет осыпание грунта со стенок щели.



- 1 – колесные скаты; 2 – ориентир; 3 – шпильки; 4 – щель для стенки наружного периметра фундамента; 5 – разрабатываемая щель для внутр. периметра фундамента; 6 – переносные щиты (15 штук) размером 1200x300x50 мм

Рисунок 3 – Схема разработки щелей для стенок щелевого фундамента экскаватором



## Библиографический список

1. Платонова С.В. Облегченные фундаменты для малоэтажного жилищного строительства / С.В. Платонова // Вестник сибирского государственного индустриального университета. – 2013. – №2 (4) – С.42–44.
2. Платонова С.В. Щелевидные фундаменты для малоэтажного жилищного строительства / С.В.Платонова // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания: Сборник материалов IX Молодежной международной научно-практической конференции: в 2-х частях. Часть 1 – Новосибирск. – 2012.– С.7–10.
3. Пригара Е.В. Малонагруженные фундаменты для индивидуального жилищного строительства / Е.В. Пригара, С.В. Платонова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк, 2011. – Вып. 15. – Ч.IV / Технические науки / – С.222-227.
4. 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.
5. Платонова С.В. Анализ напряженно - деформированного состояния упруго - пластического основания ленточных щелевидных фундаментов с использованием программы «Геомеханика» / С.В.Платонова // Монография. – Уфа, 2015.– 176 с.
6. Кожевникова С.В. Напряженно – деформированное состояние упруго – пластического основания ленточных щелевидных фундаментов (монография) / С.В.Кожевникова, А.П.Криворотов // Монография. – Новокузнецк, 2002. – 213 с.
7. Иванов В.Е. Монолитные ленточные фундаменты коробчатого сечения/ Иванов В.Е. //Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1959. – №8. – С. 131–135.
8. Платонова С.В. Технология индивидуального строительства и экологичность / С.В.Платонова // XVI Международная научно – техническая конференция. Экология и жизнь. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. – С.103–105.
9. Платонова С.В. Использование ленточных щелевидных П-образных фундаментов в малоэтажном строительстве / С.В. Платонова // Научно–практическая конференция «Проектирование, строительство и эксплуатация малоэтажного жилья в Западно – Сибирском регионе». – Новокузнецк, 2009. – С. 164–175.
10. Платонова С.В. Щелевидные фундаменты для жилищного строительства / С.В. Платонова // IX Международная научно-технической конференции Эффективные строительные конструкции: теория и практика. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2009. – С.209–212.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ**

**Ивакина А.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Зоря И.В.**

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

В статье приведен обзор ресурсного потенциала солнечной энергии Кемеровской области и Краснодарского края. На основе результатов сравнительного анализа сделаны выводы о возможности использования солнечной энергии в Кемеровской области.

Ключевые слова: солнечная энергетика, солнечные энергетические установки, угольная промышленность.

Практическое использование солнечной энергии в РФ крайне ограничено, даже, несмотря на то, что на территории Крымского ФО (который вошел в состав России в 2014 году) работает пять парков солнечных электростанций (СЭС), которые подают в энергосистему республики в среднем 220 МВт электроэнергии в зависимости от того, насколько солнечным оказался день. Причин, влияющих на такое положение дел, несколько. Главная – это отсутствие значимой поддержки развития солнечной энергетики на уровне государства, а также наличие больших запасов углеводородов и тем, что стоимость солнечного электричества в нашей стране ощутимо выше, чем «обычного» [1].

За последние годы в России введено в эксплуатацию 7 СЭС. По данным СО ЕЭС суммарная установочная мощность СЭС России на 1 июля 2016 года составляет всего 60,2 МВт (без учета Крымского ФО) [2].

Согласно программе перспективного развития электроэнергетики к 2019 году на территории РФ должна быть введена 61 солнечная электростанция [3].

Для стимулирования грамотной энергетической политики государства со стороны конечных потребителей необходимо не только формировать культуру энергосбережения, но и использовать распространение индивидуальной генерации тепла [4].

Энергетический баланс Кузбасса складывается таким образом, что основная часть потребностей региона в топливе покрывается за счет собственной сырьевой базы, а электроэнергии – за счет собственной генерации. Вывоз произведенных ТЭР увеличился с 93383 тыс. тонн у.т. в 2014 году (60 %) до 98308 тыс. тонн у.т. в 2015 году (62 %). Ввоз топливно-энергетических ресурсов в область достаточно незначительный и составляет от 7,8 до 8,7 % [5].

В таблице 1 представлен сводный топливно-энергетический баланс Кемеровской области за 2015 год.

Таблица 1 – Сводный топливно-энергетический баланс Кемеровской области

Ресурсы	Природное топливо	Из него			Продукты переработки топлива	Горючие побочные энергоресурсы	Электроэнергия	Теплоэнергия	Всего
		уголь	газ горючий природный (естественный)	нефть, включая газовый конденсат					
Добыча (производство), всего	127205	127188	-	-	8283	4240	9185	6489	155402
Изменение запасов у поставщиков	-2044	-2044	-	-	-16,1	-	-	-	
Изменение запасов у потребителей	227	227	-	-	-13,6	-	-	-	
Ввоз	5218	346	4379	492	2547	-	4487		12252
Итого ресурсов	130606	125717	4379	492	10800	4240	13672	6489	165807
Распределение									
Вывоз	88533	88533	-	-	2782	-	1968	-	93283

Кемеровская область относится к тем регионам, которые поставляют энергию в соседние области, так как по запасам угля и объемам его добычи Кузбасс занимает лидирующее положение в стране (запасы каменного угля составляют 693 млрд. т.). Энергетический комплекс Кемеровской области, согласно долгосрочной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности Кемеровской области», утвержденной 28.06.2013 года составляет 20,8 млрд. кВт\*ч, что на 4 % больше, чем в 2014 году [5].

В связи с тем, что экономика Кузбасса тесно связана с угольной промышленностью, это приводит к ежегодному увеличению добычи угля. В свою очередь возникает целый ряд сопутствующих проблем, таких как технически и морально постоянно устаревающая инфраструктура, неблагоприятная экологическая обстановка, значительный ущерб от аварий, повышенные требования безопасности труда, а также высокий уровень энергозависимости региона от объемов добычи угля.

Таким образом, целесообразно развивать в регионе использование возобновляемых источников энергии. Потенциал солнечной энергии и климати-

ческие условия в Кемеровской области позволяет решить данную задачу путем использования СЭУ (таблица 2).

Таблица 2 – Ресурсный потенциал использования солнечной энергии в Кемеровской области и Краснодарского края [6-8]

Показатель		Кемеровская область	Краснодарский край
Экономический потенциал, тыс. т.у.т.	Производство тепла	274	179,7
	Производство электроэнергии	534	2,6
Среднегодовая дневная сумма солнечной радиации (поверхность, следящая за Солнцем), кВт·ч/м <sup>2</sup> день		3,5 - 4,0	3,5 – 4,0
Среднегодовая дневная сумма солнечной радиации (на горизонтальную поверхность), кВт·ч/м <sup>2</sup> день		3,5 – 4,0	3 – 3,5

Сравнительный анализ данных, приведенный в таблице, позволяет утверждать, что климатические условия в летний период года на территории Кемеровской области не уступает соответствующим условиям Краснодарского края. Так как Кузбасс располагается на стыке крупных климатических областей (Западносибирской, Восточносибирской, Среднеазиатской и Центральноазиатской), то постоянное смешение этих воздушных масс определяет циклоническую погоду с сухим жарким летом и суровой малоснежной зимой. Таким образом, обеспечивается значительно большее получение солнечной энергии в сравнении с другими регионами, расположенными на этих же географических широтах. Например, на территорию Кемеровской области приходится 1722-2186 часов солнечного сияния, в то время как на район Москвы – 1585-1851 час, а на Сочи – 1980 часов. Однако по уровню развития использования солнечной энергии Краснодарский край находится далеко впереди.

В Кузбассе продолжают держать курс на развитие угольной промышленности, постоянно увеличивая добычу угля, тем самым ухудшая экологическую ситуацию в регионе. Согласно постановлению от 23 мая 2013 года об утверждении долгосрочной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности экономики Кемеровской области» на 2013 – 2015 года и на перспективу до 2020 года объем финансирования на использование возобновляемых источников энергии (к которым относится и энергия солнца) составляет 0 рублей.

Хотя в Кемеровской области и существует первая и пока единственная СЭС, запущенная в конце 2014 года в с. Эльбега, однако функционирует ли она сейчас – неизвестно.

Таким образом, несмотря на выгодные климатические условия Кемеровской области для использования солнечной энергии, администрация ре-

гиона не проводит никаких программ или мероприятий по развитию использования возобновляемых источников энергии, продолжая весь объем финансирования направлять на угольную промышленность. Хотя полностью отказываться от использования угля не стоит, так как поступление солнечной энергии неодинаково в разные годы. Поэтому в малосолнечный летний период будет необходимо использовать традиционные источники энергии.

#### Библиографический список

1. Ивакина, А.А. «Солнечная» Россия / А.А. Ивакина, И.И. Айзенберг // Вестник Сибирского государственного индустриального университета №1(11). – 2015. - С. 40-43.
2. Единая энергетическая система России: промежуточные итоги. Оперативные данные за июнь 2016 года // Системный оператор единой энергетической системы. Информационный обзор. Июнь, 2016. – М.: 2016. – 19 с.
3. О долгосрочной государственной экономической политике: указ президента РФ от 07.05.2012 №596 // Собрание законодательства Российской Федерации № 19. – М., 2012. – Часть I.
4. Киричев А.В. Сравнительный анализ потенциала солнечной энергии и рынка солнечных установок Московской области и Краснодарского края / А.В. Киричев, Е.И. Климов, В.А. Панченко // Инновации в сельском хозяйстве №4 (14). – 2015. – С. 206-211.
5. Об утверждении комплексной региональной целевой программы «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности экономики Кемеровской области на 2010-2012 годы и на перспективу до 2020 года» // Постановление коллегии администрации Кемеровской области от 30.12.2011 года № 665. – Кемерово, 2010.
6. Справочник по ресурсам возобновляемых источников энергии России и местным видам топлива /показатели по территориям/ П.П. Безруких [и др.]; под ред. В.В. Дегтярева. – М.: ИАЦ «Энергия», 2007. – 272 с.
7. ГИС «Возобновляемые источники энергии России» [Электронный ресурс]. – М.: ГИС ВИЭ. – Режим доступа: <http://gisre.ru/menu-sun/>, свободный.– Загл. с экрана.
8. ТСН 23-336-2002 «Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий» // Территориальные строительные нормы Кемеровской области. – Кемерово, 2002. – 37 с.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ СООРУЖЕНИЙ ПО ОБРАБОТКЕ И ОБЕЗВОЖИВАНИЮ ОСАДКОВ**

**Варыгин А.И., Дреер Д.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Статья посвящена актуальной теме реконструкции сооружений по обработке и обезвоживанию осадков городских сточных вод, которая включает уплотнение активного ила, стабилизацию осадков, их обезвоживание на центрифрессах и иловых площадках.

Ключевые слова: сырой осадок, активный ил, центрифрессы, илоуплотнители, компостирование, стабилизация.

На станции аэрации 7 «А» канализационного бассейна г. Прокопьевска, была предложена реконструкция сооружений по обработке и обезвоживанию осадков.

В настоящее время вопросу обработки осадка уделяется меньше внимания, чем параметрам очистки сточных вод. Обработка осадков относящихся к трудно-фильтруемым суспензиям сейчас является наиболее сложной проблемой в связи с ужесточением требований сброса сточных вод в водоем и усовершенствованием сооружений по их очистке.

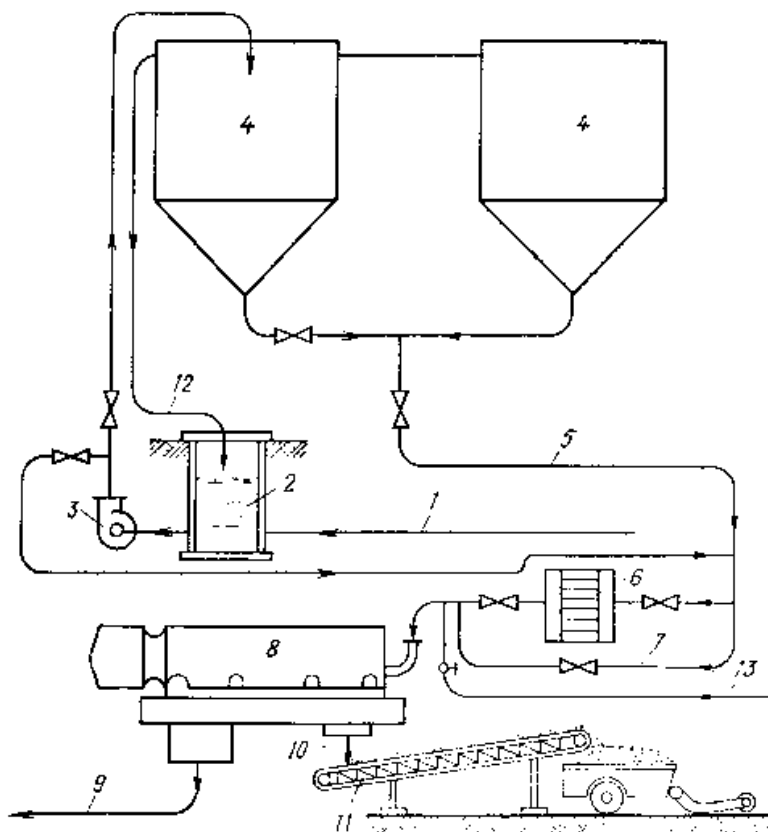
В статье рассмотрены методы и сооружения интенсифицирующие процесс обезвоживания осадков и позволяющие их утилизировать.

Осадки, образующиеся в процессе очистки городских сточных вод должны подвергаться обработке, с целью обезвоживания, стабилизации, снижения запаха, обеззараживания, улучшения физико-механических свойств, обеспечивающих возможность их экологически безопасной утилизации или размещения. Утилизация является основным методом из предложенных, так как осадок городских сточных вод является ценным удобрением и при соблюдении нормативов.

ГОСТ Р17.43.07-2001 по применению представляют ценное удобрение, значительно повышающее урожайность овощных и зерновых культур.

Обработка осадка на действующих сооружениях производится по следующей схеме – избыточный активный ил после вторичных отстойников направляется в илоуплотнители, которые из конструкции радиальных отстойников усовершенствуются применением в них технического решения - стержневых мешалок. Их устройство позволит улучшить хлопьеобразование и более интенсивное осаждение активного ила. Уплотненный активный ил направляется в метантенки с мезофильным режимом сбразивания, куда также направляется сырой осадок из первичных отстойников. В процессе сбразивания образуется газ, представляющий собой смесь, в процентах: ме-

тана – 60 – 70, двуокись углерода – 16 – 34, окись углерода – 2 – 4, азот – 0.3, кислород – 0.4. Газ направляется в газгольдеры для сбора и хранения, и для последующего использования на нужды станции – приготовления горячей воды, обогрева помещений очистных сооружений и подогрева осадка в метантенках путем установки в котельной котлов на газовом топливе. Сброженный осадок после метантенков отправляется в цех механического обезвоживания (ЦМО), где установлены центрифуги. При реконструкции очистных сооружений предлагается заменить центрифуги на центрипрессы марки Ц.П.-4-1.1., производства «Киров-Энергомаш». Центрипрессы имеют по сравнению с центрифугами больший угол наклона конуса, меньший шаг лопастей шнека в его конической части, где осадок подвергается двумерному прессующему воздействию, а именно прессованию в осевом направлении в комбинации с центробежным уплотнением. За счет меньшего шага лопастей шнека повышается эффективность обезвоживания, а также возрастают концентрации кека на 5-10 %. Схема работы здания ЦМО представлена на рисунке 1.



1 – подача смеси сырого осадка и активного ила; 2 – приемный резервуар; 3 – питающий насос; 4 – емкости для загрузки смесью осадков; 5 – подающий трубопровод; 6 – решетка; 7 – обводная линия; 8 – центрипресс Ц.П.-4-1.1.; 9 – линия фугата; 10 – сброс кека; 11 – конвейер; 12 – трубопровод для промывки центрипресса

Рисунок 1 – Схема установки для обработки смеси сырого осадка и активного ила на центрипрессе Ц.П.-4-1.1. на очистных сооружениях

В качестве аварийных иловых площадок устроены иловые площадки на асфальто-бетонном основании с гравийными колодцами, представленные на рисунке 2, вместо каскадных иловых площадок, имеющих ряд недостатков, а именно низкие годовые нагрузки по сравнению с предлагаемыми и взмучивание осадков на нижележащих картах, при сливе отстоявшейся иловой воды. Устройство иловых площадок с гравийными колодцами позволяет интенсифицировать процесс обезвоживания за счет декантации иловой воды. Колодцы на бетонном основании выполнены из двойной арматурной сетки с диаметром прутьев 10мм. Шаг прутьев в вертикальном положении 20мм, в горизонтальном 400-500мм. В качестве загрузки в колодцах используется гравий фракции 1-5см, при этом крупностью 1см – 49,2-50 %, 2см – 33,8 %, 3-5см – 17 % от общего объема гравия.

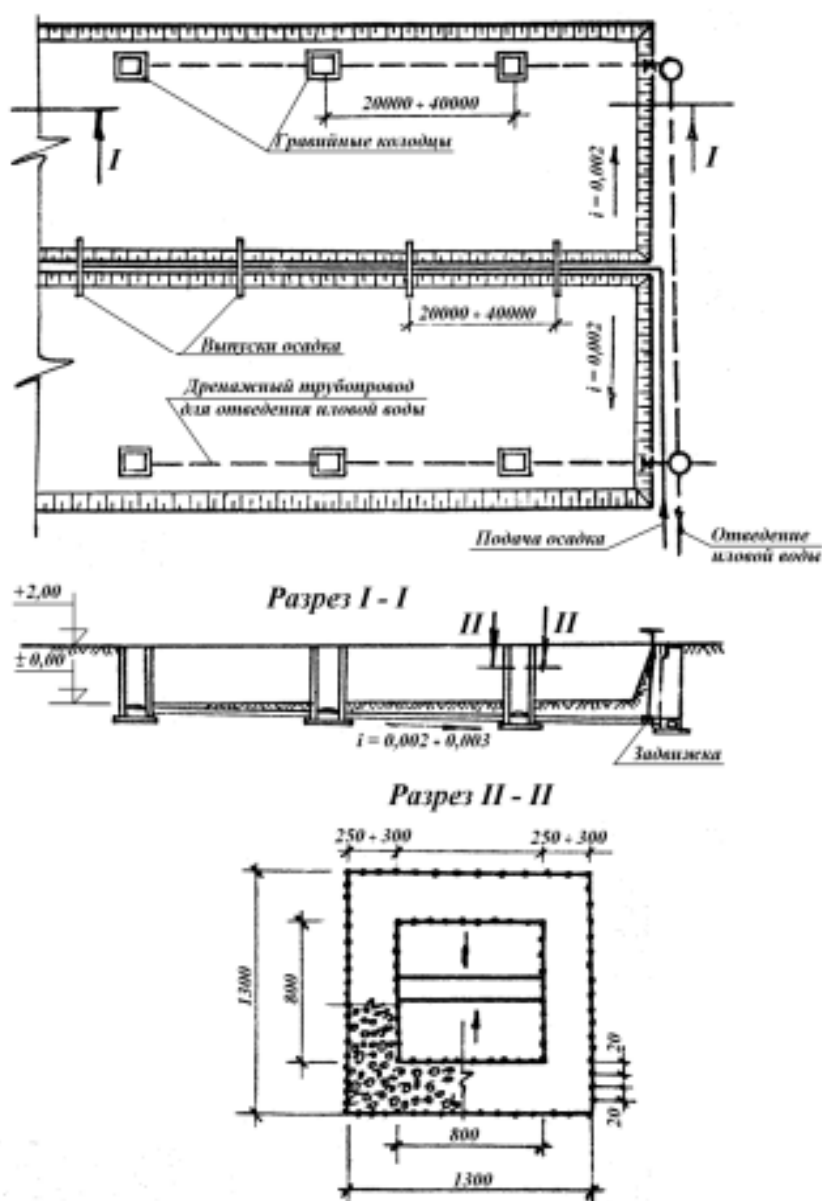


Рисунок 2 – Иловые площадки с гравийными колодцами



Для обеззараживания обезвоженного осадка устроены компостные площадки. Благодаря методу биотермической обработки погибают болезнетворные микроорганизмы, яйца гельминтов, личинки мух. Также происходит сокращение топливно-энергетических затрат на обезвоживание осадков сточных вод и улучшение их санитарно-гигиенических показателей. В результате обработки получается компост в виде сыпучего материала с влажностью 40-50 %.

После принятия ГОСТ Р17.4.3.07-2001 значительно расширились возможности использования осадков сточных вод, что привело к более полному использованию осадков и поиску новых направлений использования конечных продуктов очистки сточных вод.

Обезвоженный и обеззараженный осадок с очистных сооружений возможно использовать в качестве удобрений для сельскохозяйственных посадок, кроме зеленых и клубники. Ограничением является содержание тяжелых металлов, максимальные значения которых указаны в ГОСТ Р17.4.03.07-2001, СанПиН 2.1.7.573-96. Их применение позволяет сократить расходы химикатов на удобрение, также происходит обогащение почвы питательными микро- и макроэлементами (N, P, Ca, Mg, Mn, Cu) и органическими веществами.

УДК 628.33.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ БЛОКОВ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАГРУЗКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА**

**Горошникова А.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Статья посвящена актуальной теме глубокой очистке сточных вод от соединений азота и фосфора. Наряду с традиционной трехступенчатой очисткой, при которой не достигаются допустимые значения концентраций на выпуске сточных вод, остро стоит вопрос для исключения эвтрофикации водоемов производить глубокую очистку.

Ключевые слова: механическая очистка, биологическая очистка, глубокая очистка, активный ил, аэротенки, блоки биологической загрузки, аммонийный азот, фосфаты.

В настоящее время вопрос очистки сточных вод не теряет своей актуальности. Статья посвящена очистке сточных вод с глубоким удалением соединений азота и фосфора.

В сточных водах азот представлен в минеральной и органической формах. Органический азот входит в состав таких соединений как белки, аминокислоты, пептиды и т.п. Неорганические соединения N это растворен-

ный аммиак, соединения аммония, нитриты, нитраты.

Основным источником фосфора в городских сточных водах являются синтетические ПАВ. Концентрация фосфора в таких сточных водах может быть различной в зависимости от назначения воды в промышленности и при сбросе промстоков в городскую сеть. Большая часть фосфора находится в сточной воде в растворенном состоянии.

В приведенной схеме очистки сточных вод сточная вода поступает в приемную камеру, после проходит 3 ступени очистки. Механическая очистка состоит из решеток, песколовков, первичных радиальных отстойников. В биологическую очистку входят аэротенки-вытеснители и вторичные радиальные отстойники. Глубокая очистка производится на каркасно-засыпных фильтрах.

Очистка сточных вод может значительно снизить сброс N и P в водоемы, поскольку при механической очистке содержание этих элементов снижается на 8-10 %, при биологической-на 35-50 % и при глубокой очистке-на 98-99 %. В большинстве случаев этого не достаточно для достижения допустимых концентраций на выпуске в водоем.

Для более глубокого удаления соединений азота и фосфора применяются блоки биологической загрузки (ББЗ), производство «Техводполимер» г. Стерлитамак. Блок биологической загрузки используется в качестве носителя прикрепленной биомассы в системах биологической очистки производственных, хозяйственно-бытовых и городских сточных вод, биофильтрах и системах очистки рыбоводческих хозяйств. Блоки биологической загрузки изготавливаются из экологичного полимерного материала, обладающего высокой прочностью и не подверженного коррозии. Корпус ББЗ выступает в роли носителя активного ила. Одной из главных характеристик ББЗ, напрямую влияющих на производительность, является площадь активной поверхности – ее увеличение позволяет улучшить эффективность системы и снизить ее эксплуатационные расходы.

Блок биологической загрузки обладает рядом преимуществ:

- устойчивость к деформации (возможность свободно передвигаться по поверхности блоков и производить работы);
- изготовлен из 100 % экологически чистого сырья;
- пористость блока обеспечивает хорошую аэрацию и доступ кислорода к активному илу;
- устойчив к ультрафиолетовым излучениям;
- не засоряется, самоочищается (при достижении определённой толщины биоплёнки, минерализованные микроорганизмы самоудаляются с загрузки и попадая во вторичный отстойник, осаждаются в нём),
- вписывается в любые размеры емкостей, биофильтров, реакторов,
- при попадании токсинов в систему и уничтожении микроорганизмов, происходит быстрое восстановление деятельности активного ила
- блок биозагрузки стоек к биологически и химически активным веществам. Блок биологической загрузки показан на рисунке 1.

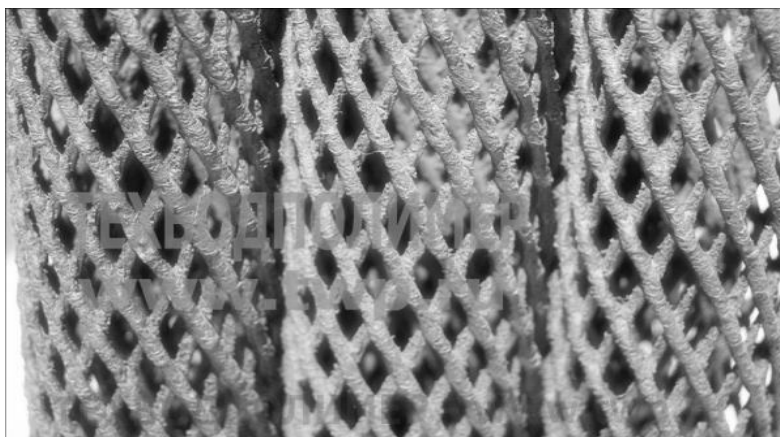


Рисунок 1 - Блок биологической загрузки

Блоки биоагрузки обеспечивают в аэротенках необходимую для эффективной очистки дозу активного ила, интенсификацию процессов нитри-денитрификации, за счет увеличения дозы активного ила. При расположении биоблоков в аэротенках, их устраивают прямоугольными, один блок имеет размеры:  $V \times H \times L = 0,5 \times 0,5 \times 1,0$  м.

Расположение биоблоков в аэротенках, показано на рисунке 2.



Рисунок 2 - Расположение биоблоков в аэротенках

Применение данных блоков биологической загрузки позволяет произвести глубокую очистку от соединений азота и фосфора на выпуске в водоем до допустимых концентраций и исключить эвтрофикацию водоема.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ЭФФЕКТИВНОМУ ПОЛУЧЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ БИОГАЗА

**Берестов Г.Р.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены методы эффективного получения биогаза путем утилизации осадков.

Ключевые слова: биогаз, пиролиз, метантенки, осадки городских сточных вод.

В результате очистки городских сточных вод образуется огромное количество осадков, ежегодный объем которых в России превышает 50 млн. тонн.

При очистке сточных вод, обработка осадков представляет собой сложный вопрос, т.к. сточные воды после очистки сбрасываются в водоем или направляются на повторное использование, с осадками дело обстоит иначе, они накапливаются, и возникает вопрос об их размещении и утилизации, ведь утилизация осадка сточных вод является важной частью экологической проблемы.

Одно из направлений утилизации осадков – это получение при их переработке – биогаза.

На сегодняшний день наиболее перспективным газообразным топливом, кроме природного газа, является биогаз, интерес к использованию, которого, в последние годы, не только не убывает, но и продолжает возрастать. Под биогазами подразумеваются метансодержащие газы, которые образуются при анаэробном разложении органической биомассы.

Основными направлениями получения биогаза являются: пиролиз; анаэробная стабилизация в метантенках; полигоны твердых бытовых отходов; биогазовые установки при сбраживании отходов сельскохозяйственных производств.

Одним из наиболее разработанных процессов промышленной переработки осадков, отдельно и в комплексе с переработкой твердых бытовых отходов является пиролиз.

Пиролиз – процесс переработки углесодержащих веществ путем высокотемпературного нагрева без доступа кислорода.

Имеющиеся данные по пиролизу осадков свидетельствуют о том, что при содержании в осадке более 25 % сухого вещества этот процесс может происходить без добавления других видов топлива с поддержанием в то же время температуры в камере догорания выше 760 °С. Так, при переработке пиролизом объем осадков уменьшается в 10 раз.

В результате пиролиза осадков остается полукокс, представляющий собой черную массу, легко рассыпающуюся в порошок. Содержание золы и беззольного вещества в этой массе примерно одинаковое. Полукокс, или пирокарбон, широко используется в промышленности. Его можно утилизировать как топливо, а также использовать в процессе получения азота и фосфора.

Средний состав продуктов пиролиза осадков сточных вод следующий: полукокс – 45 %, первичный деготь – 20 %, газообразные продукты – 10 %, пары воды – 15 %, общие потери – 10 %.

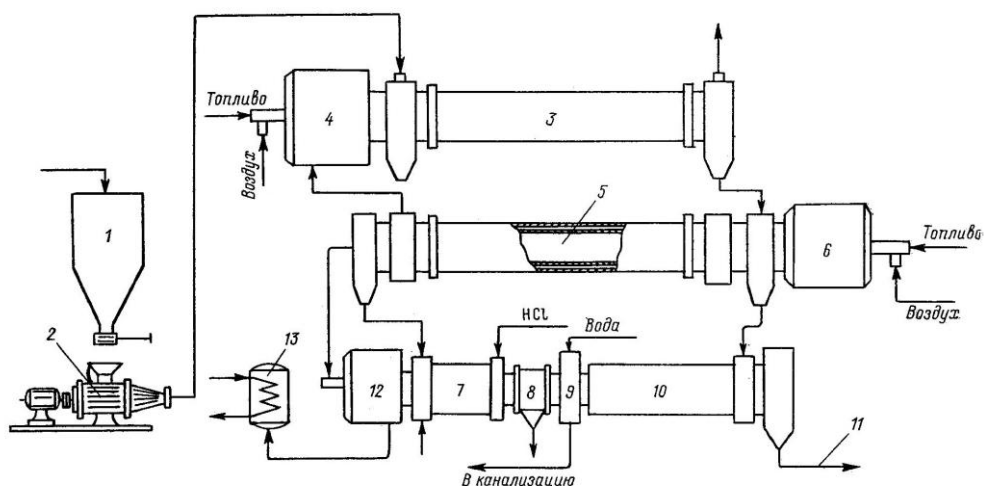
Пиролизные установки показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 – Пиролизные установки

Преимуществом переработки осадков пиролизом можно назвать простое и качественное управление процессом, стабильная работа при изменении качества поступающего осадка, уменьшенный вынос золы и других загрязнений в атмосферу, значительное уменьшение потребности в топливе, в том числе возможность проведения процесса пиролиза осадка сточных вод, что означает более благоприятные условия для осуществления процесса и позволяет сократить число обслуживающего персонала. Размещая пиролизную установку на одной площадке с очистными сооружениями, значительно упрощается очистка сточных вод, образующихся при газоочистке, охлаждении и грануляции шлака.

Технологическая схема переработки ила пиролизом показана на рисунке 2.



- 1 – сборник обезвоженного активного ила; 2 – гранулятор; 3 – сушилка;  
 4 – печь сушилки; 5 – вращающаяся печь пиролиза; 6 – топка для пиролизной печи;  
 7 – камера активации; 8 – камера обеззоливания; 9 – камера промывки; 10 – сушильная камера; 11 – активированный уголь на упаковку;  
 12 – топка дожигания; 13 – котел-утилизатор тепла

Рисунок 2 – Технологическая схема переработки ила пиролизом

В таблице 1 приведены результаты работы по пиролизу осадков при температуре 500 °С.

Общая продолжительность пиролиза при температуре до 450 °С колебалась от 5 до 6 часов, при максимальной температуре 480 - 500 °С пиролиз длился 1,5 - 2 часа.

Таблица 1 – Результаты пиролиза осадков в % от абсолютно сухого вещества

Тип осадка	Полукокс	Первичный деготь	Газообразные продукты	Вода разложения	Потери
Сырой первичный осадок после иловых площадок	43,5 - 44,7	15,1 - 21,5	11,3 - 11,5	15,5 - 16,5	7,3 - 13,4
Сброженный первичный осадок после иловых площадок	46 - 49	7,3 - 14,5	8,9 - 9,5	10,3 - 10,8	16,2 - 27,5

Главным недостатком пиролиза, является выброс в атмосферу неочищенных газов, что возможно решить установкой противоточных скрубберов с трубами «Вентури».

По техническому исполнению, биогазовые установки подразделяются на три системы: аккумулятивную, периодическую, непрерывную.

В аккумулятивных системах предусматривается сбраживание в реакторах, которые служат одновременно и местом хранения сброженного навоза (субстрата) до его выгрузки.

При непрерывной схеме исходный субстрат непрерывно или через определенные промежутки времени (1-10 раз в сутки) загружается в камеру сбраживания, откуда одновременно удаляется такое же количество сброженного осадка.

Также биогаз, можно получить на полигонах ТБО.

Процесс неуправляемого газообразования на полигонах бытовых и других отходов, содержащих большую долю органических компонентов, можно рассматривать как процесс получения метансодержащего газа в аккумулятивной системе, длительность процесса до полного разложения органической части здесь гораздо больше, чем в метатенках.

Для обеспечения достаточного сбора газа на полигонах выдвигаются следующие требования: создание эффективного разрежения в толще захоронения, а также минимизация подсосов воздуха.

Поэтому для сбора биогаза используются трубопроводные системы большой емкости со свободным доступом к ним и по возможности кратчайшей длины. Расположение коллекторов для сбора газа может быть горизонтальным, вертикальным или комбинированным, трубопроводы должны сохранять устойчивость и прочность на протяжении всего срока эксплуатации полигона. На вновь создаваемых полигонах или новых участках полигонов можно с наращиванием высоты отходов откачивать газ снизу или монтировать систему сбора газа с горизонтальными или слегка наклонными газопроводами, которая по мере заполнения полигона дополняется газовыми сква-

жинами. На существующих участках полигонов, как правило, практикуется бурение скважин.

Газосборные пункты сооружаются у границы полигона в виде блочных бетонных зданий, при эксплуатации которых необходимо соблюдать требования по взрывозащите. Альтернативным вариантом является размещение узлов сбора газа на открытой площадке.

Условия получения биогазов и наличие в их составе вредных и балластных примесей диктуют необходимость предварительной обработки биогаза перед использованием в тепловых установках. Для обеспечения функциональной и эксплуатационной безопасности, а также безопасной работы персонала газ должен быть предварительно очищен от вредных компонентов.

С точки зрения утилизации энергии биогаза можно выделить следующие основные направления его использования:

- для покрытия собственных энергетических нужд биогазовых установок (в наиболее холодный период года практически весь потенциал биогаза используется для энергообеспечения установки);

- в качестве топлива для получения горячей воды или пара на покрытие технологических нужд очистных сооружений или сельскохозяйственных производств;

- для сушки сброженного осадка;

- в качестве топлива для получения теплого воздуха или горячих газов на сушку сельхозпродукции или обогрев сельскохозяйственных зданий;

- в теплицах для отопления и подкормки растений углекислым газом;

- в качестве горючего для двигателей транспортных средств;

- для получения электроэнергии;

- для подпитки сетей природного газа.

Одной из наиболее актуальных проблем многих очистных сооружений обуславливающие загрязнение окружающей среды, является проблема осадков, которая требует, как обеспечение максимального снижения их объемов путем применения высокоэффективных технологий, так и возможные приемы последующего экологически безопасного размещения в окружающей среде.

#### Библиографический список

1. А.М. Благоразумова; Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2014 – 208 с.

2. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при их использовании в качестве удобрений».

3. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М., 2005 – 701 с.

4. Абрамов Н.Ф., Бернадинер М.Н., Русаков Н.В., Сборник докладов по Международному конгрессу по управлению отходами – М., 2005.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОСК г. НОВОКУЗНЕЦКА

Маметьева Д.В.

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Рассмотрено содержание ряда загрязняющих веществ в сточных водах, прошедших через очистные сооружения. Проведена оценка эффективности удаления загрязнителей как органического, так и неорганического происхождения.

Ключевые слова: биологическая очистка, сточные воды, очистные сооружения.

Одной из важнейших современных экологических проблем человечества является очистка сточных вод. г. Новокузнецк – это один из крупнейших городов Кемеровской области. Весьма актуальным, в наше время вопросом, является необходимость реконструкции и обновления очистных сооружений. Рассматриваются следующие задачи :

- повышение качества очистки сточных вод, путем оптимизации технологического процесса и применяемого оборудования;
- повышение производительности очистных сооружений, путем интенсификации процессов очистки сточных вод, без увеличения объемов сооружений;
- повышение уровня автоматизации технологического процесса очистки, и уменьшение количества обслуживающего персонала;
- минимизация влажности образующихся осадков.

Очистные сооружения Новокузнецка, расположены за городом, вниз по течению реки Томи, с соблюдением зоны санитарной охраны более 500м. За период на 2016 года произошло уменьшение объема поступающих на ОСК сточных вод до 170 тыс. м<sup>3</sup>сут, к примеру в 2006 году количество стоков составляло 290 тыс. м<sup>3</sup>сут.

Очистные сооружения канализации (ОСК) принимают и очищают хозяйственно-бытовые стоки это 64 %, а также промышленные сточные воды с предприятий которые расположены в черте города 36 %. Основными загрязняющими веществами являются легкоокисляющиеся органические вещества, характеризующиеся показателем БПК (биологическая потребность в кислороде), взвешенные вещества, соединения биогенных элементов (азота, фосфора).

Сооружения работают по двух ступенчатой схеме очистки сточных вод:

1) *Механическая очистка* сточные воды очищаются примерно на 65,7 % > 50 %.

2) *Биологическая очистка*. Это основная технология очистки канализационных стоков. После сооружений биологической очистки сточные воды очищаются примерно на 95 %, то есть остаточных загрязнений остаётся около 5 % .



Технология очистки сточной воды делится на основные технологические процессы (ТП).

Основные технологические процессы:

ТП 1- Подача сточной воды на очистные сооружения происходит посредством двух насосных станций, работающих в параллельном режиме, независимо друг от друга.

ТП 2- Механическая очистка сточной воды от крупных загрязнений. Для извлечения отбросов из сточных вод в здании решеток смонтированы механические решетки грабельного типа НПФ «ЭКОТОН», отбросы задержанные на решетках, собираются граблинами и выгружаются на ленточный транспортер. Далее по конвейеру отбросы транспортируются в приемный бункер шнекового пресса, где происходит его обезвоживание, в результате чего объем и влажность уменьшаются.

ТП 3- Механическая очистка от минеральных примесей происходит в результате прохождения стоков через аэрируемые песколовки, расположенные после здания решеток (по ходу движения воды). В песколовках проходит процесс осаждения крупных минеральных частиц под действием силы тяжести.

ТП 4- Далее, после песколовки, сточная вода распределяется по трем направлениям через распределительные лотки с помощью регулировки шиберами.

ТП 5- Механическая очистка сточной воды от взвешенных веществ и жиродержащих веществ путем первичного отстаивания. Отстаивание происходит в первичных отстойниках радиального типа. В процессе отстаивания происходит осаждение взвешенных и всплытие на поверхность жировых веществ, и их дальнейшее удаление и утилизация.

Эффективность работы сооружений механической очистки по результатам анализов приведена в таблице 1.

Таблица 1 Эффективность работы сооружений

Дата	Концентрации загрязнений, мг/л						
		Расход СВ, Q <sub>сут</sub>	БПК <sub>20</sub>	ХПК	Взв. вещ.	NH <sub>4</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Январь 2016 го- да	до первичных отстойников	170,00	123,60	300,00	173,50	21,30	
	после первичных отстойников		67,80	162,00	47,60	22,30	
Февраль 2016 го- да	до первичных отстойников		135,60	292,10	185,70	16,40	
	после первич- ных отстойни- ков		78,30	173,50	75,60	16,90	

Эффективность работы первичных отстойников по результатам анализов составляет по ХПК 43 %, по БПК<sub>20</sub> 43,5 %, по взвешенным веществам в среднем 65,7 % что выше нормативных значений.

ТП 6- Биологическая очистка. Окисление органических веществ в осветленной воде. Процесс окисления органических веществ протекает в результате взаимодействия загрязняющих веществ с активным илом в аэротенках. Для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов (активный ил) требуется кислород, для этого подается сжатый воздух через систему аэрации.

ТП 7- Отделение активного ила путем вторичного отстаивания. В результате нахождения осветленной воды в аэротенках образуется иловая смесь, которая самотечно подается во вторичные отстойники, где протекает процесс отделения активного ила от очищенной сточной воды.

По данным лабораторных анализов за 2016 год эффективность работы биологической очистки составляет по взвешенным веществам в среднем 85 %, и биологическому кислороду 76,7 %, что ниже нормативных значений. Средняя концентрация аммонийного азота составляет 0,244 мг/л.

Для изучения особенностей работы и эффективности функционирования очистных сооружений был оценен уровень снижения содержания некоторых загрязнителей в стоках, прошедших через очистные сооружения в 2016 г.

На рисунке 1 представлены диаграммы, отражающие значение химического потребления кислорода (ХПК) в сточных водах на входе в очистные сооружения и на выходе из них в первом квартале 2016 г.

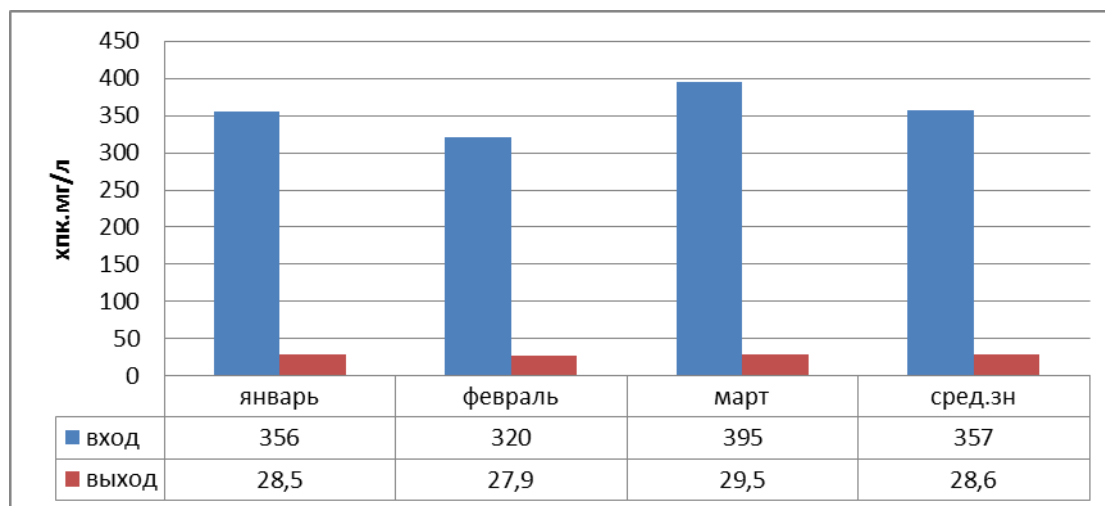


Рисунок 1 - Значение показателя ХПК в сточных водах до и после очистных сооружений в первом квартале 2016г.

Из рисунка 1 видно, что, несмотря на заметные колебания данного показателя во входящих на очистные сооружения стоках, на выходе значения ХПК различаются значительно, что свидетельствует не только об эффективном удалении загрязнений органического происхождения, но и о стабильности работы очистных сооружений.

Из рисунка 2 видно, что эффективность снижения содержащихся в воде взвешенных веществ весьма существенна и достигает 95 %.

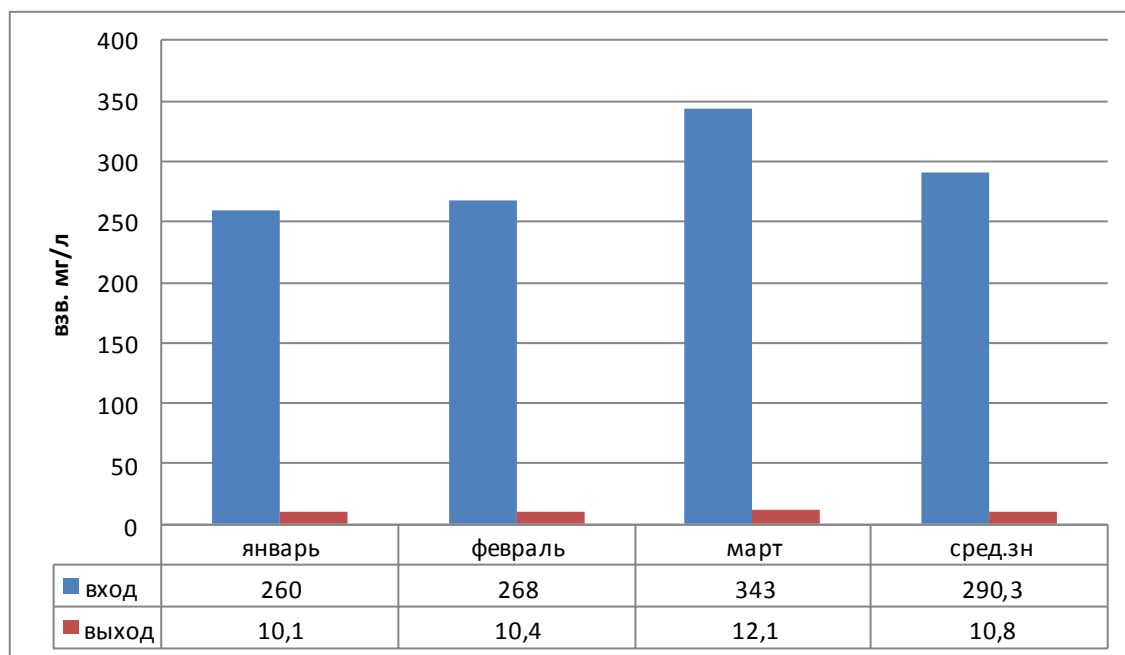


Рисунок 2 - Содержание взвешенных веществ в сточных водах до и после очистных сооружений в первом квартале 2016 г.

Как показали исследования по результатам лабораторных анализов, что сооружения по очистке сточных вод от взвешенных веществ, БПК, ХПК работают удовлетворительно. Не выполняются требования по очистке стоков по соединениям азота и фосфора, требуется нитриденитрификация и глубокая очистка сточных вод.

#### Библиографический список

1. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов: - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006- 704с.
2. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения.
3. Биологическая очистка городских сточных вод: метод. рекомендации./ Сиб. гос. индустр. ун-т; сост.А. М. Благоразумова - Новокузнецк: Сиб-ГИУ 2015. - 48 с, ил.17.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОБЗОР И УСТРОЙСТВО КОМПАКТНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ОЧИСТКИ МАЛЫХ ОБЪЕМОВ СТОЧНЫХ ВОД

**Абдулина Я.Р.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В настоящее время в связи с увеличением загородной (коттеджной) застройки является актуальным вопрос очистки сточных вод малонаселенных пунктов и отдельно стоящих объектов.

Ключевые слова: очистные сооружения, канализация, бытовые стоки

При строительстве сталкиваются с проблемой отведения канализационных вод со своего участка, и в данное время наиболее рациональным решением для утилизации сточных вод является установка локальных очистных сооружений.

Главным элементом в сооружении инженерных систем коттеджной застройки является отведение и очистка стоков. Внутренняя система водоотведения в частном доме выполняет важную санитарную функцию, сохраняющая комфорт в здании и окружающей среде.

Разработано несколько модификаций для очистки сточных вод как от отдельно стоящих объектов, и до поселков коттеджного типа. Установки в зависимости от типа состоят из зон первичного отстаивания, аэрации, вторичного отстаивания, устройств для отведения очищенной воды и удаления осадка. К ним относятся: Biotal, Топас, Тополь, Астра.

Наиболее эффективной является локальная система биологической очистки сточных вод «Biotal», техническая характеристика которой приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика установок «Biotal»

Тип установки*	Количество условных пользователей, при норме водопотребления 200-300 л/сут.	Залповый сброс, л	Максимальная потребляемая мощность, кВт	Средний суточный расход электроэнергии, кВтч	Вес системы, кг	Диаметр системы, м	Высота системы, м	Заглубление подводящего / технологического трубопроводов, м	Стоимость системы, рубли	Стоимость пусконаладочных работ, руб.
BIOTAL 1-10	1-40	180-1200	0,16 – 0,84	1,5 – 8,0	150 - 280	1,3 – 1,9	2,2 – 2,9	1,05/0,85 – 1,05/0,75	67000 - 400000	8500 - 24000

Внешний вид установок показан на рисунке 1.

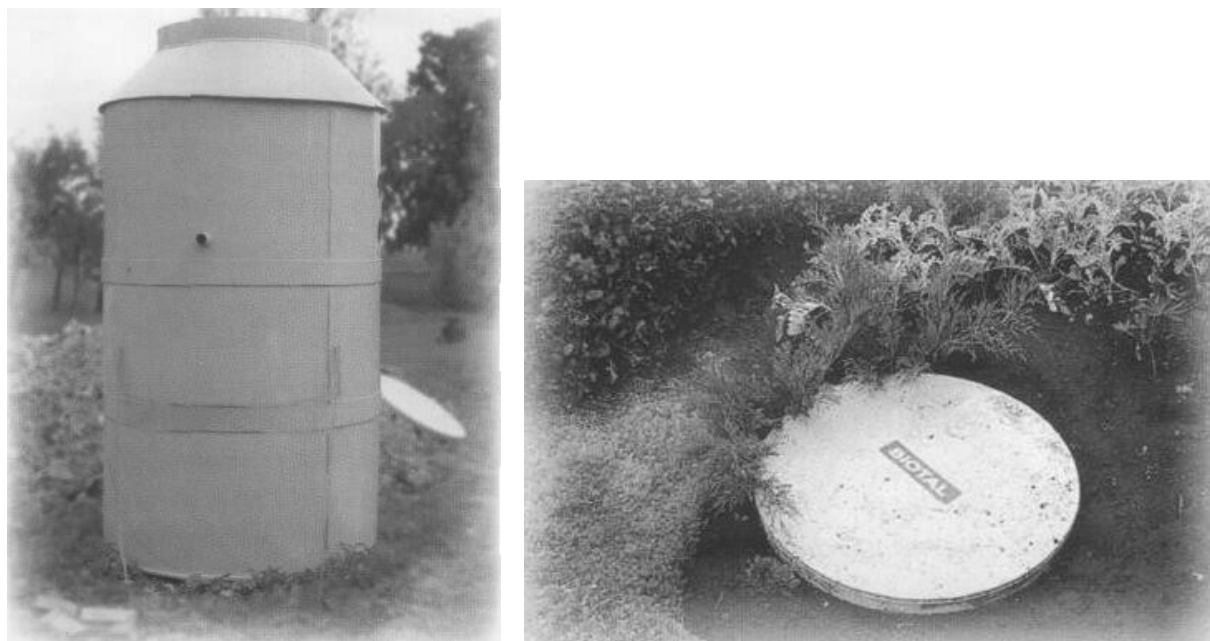


Рисунок 1 – Установка «Biotal»

Система Biotal – это надежность и удобство класса «люкс», в условиях отсутствия централизованной канализации обеспечивает локальную очистку:

- хозяйственно-бытовых сточных вод из частных загородных домов;
- коттеджных поселков;
- жилых зданий; мотелей;
- ресторанов и других отдельно стоящих объектов.

Отличительными особенностями такой системы, является то, что она:

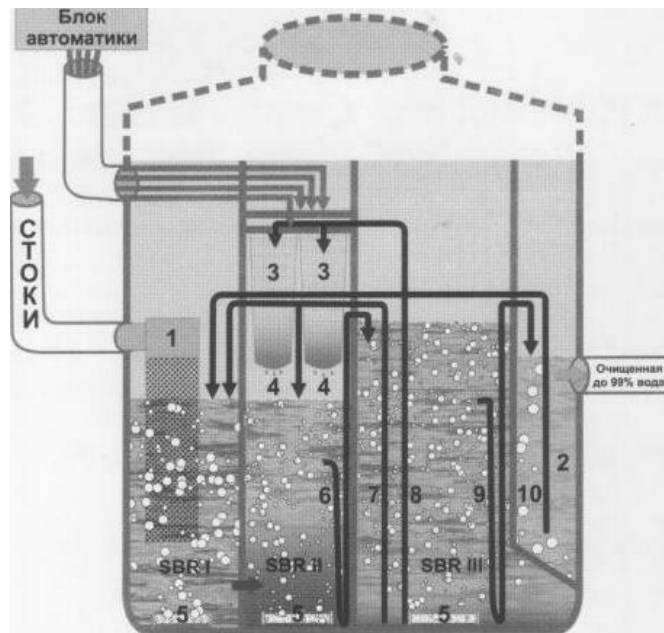
- разработана специально для российских климатических условий, особенностей сезонного пользования и отвечает самым жестким санитарным нормам РФ;

- изготавливается из химически не активного вещества – полипропилена не подвергающегося коррозии, не пропускающего влагу и срок службы которого не менее 25 лет;

- имеет небольшие габариты и малый вес, что позволяет избежать значительных затрат на установку, а также уменьшает площадь, занимаемую системой;

- экономит затраты на эксплуатацию, т.к. управление процессом очистки производится с помощью микрокомпьютера, что позволяет оптимизировать происходящие процессы с точки зрения энергозатрат и ресурса техники.

В результате очистки Biotal производит два конечных продукта, пригодных для использования: техническую воду (для полива, вторичного водоробота) и отличное органическое удобрение для декоративных культур (оптимальное решение проблемы утилизации отходов). Устройство локальной установки Biotal показано на рисунке 2.



1 - Приёмная сетка; 2 - Третичный отстойник; 3 - Мешки для избыточного активного ила; 4 - Иловая вода; 5 - Аэраторы; 6 - Эрлифт иловой смеси; 7 - Эрлифт возвратного активного ила; 8 - Эрлифт удаления избыточного активного ила; 9 - Эрлифт очищенной воды; 10 - Эрлифт удаления ила из третичного отстойника; SBR I, SBR II, SBR III - биореакторы первой, второй и третьей ступеней очистки

Рисунок 2 – Устройство установки «Biotal»

На рисунке 3 представлен монтаж системы «Biotal».

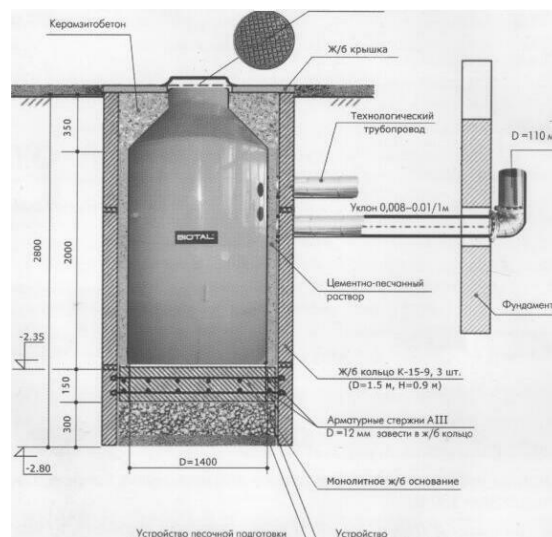


Рисунок 3 – Монтаж системы «Biotal»

Компрессор и блок автоматики располагаются в любом отапливаемом помещении.

Применение локальных установок для очистки сточных вод улучшает экологическое состояние жилищной застройки, но при утилизации стоков и

осадка необходимо проводить обеззараживание.

Для решения вопросов отведения сточных вод от поселка с устройством общих очистных сооружений или локальной очистки необходимо производить технико – экономическое обоснование с учетом рельефа местности.

Пример единой канализации для нескольких домов представлен на рисунке 4.

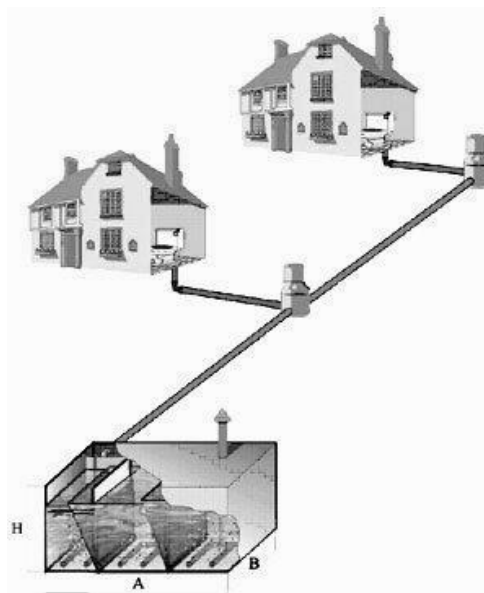


Рисунок 4 – Пример единой канализации для нескольких домов

Канализация посёлка включает следующие элементы:

1. Канализационные сети (трубопроводы) и колодцы;
2. Канализационные насосные станции (КНС), если в них есть необходимость;
3. Очистные сооружения: механическая очистка; установки биологической очистки; узел доочистки (напорные фильтры); компрессорная (здание, где размещаются компрессоры для подачи воздуха в установки).

Для каждого конкретного случая специалисты разрабатывают индивидуальный проект, в котором учитывают рельеф местности, наличие свободной площади под ОС, требуемый расход электроэнергии, возможность сброса очищенной воды.

Согласно действующим нормативам, сброс очищенных стоков возможен: в грунт (с устройством фильтрующих траншей); в водный объект.

Производительность разработанных очистных сооружений может быть различной и приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Производительность очистных сооружений

Кол – во Установок / Тип КОУ	КОУ-15-АО		КОУ-50-АО		КОУ-65-АО	
	Произв-ть м3/сут	Кол-во человек	Произв-ть м3/сут	Кол-во человек	Произв-ть м3/сут	Кол-во человек
1-5	15-70	60-300	50-250	200-1000	65-325	260-1300

Как изложено, вариантов много. При проектировании канализации для посёлка могут быть использованы типовые установки КОУ или установки индивидуального изготовления.

При желании Заказчик может заключить договор на сервисное обслуживание и регулировками расходов воздуха, степени циркуляции активного ила, расхода реагентов.

Однако надо понимать, что сервисное обслуживание не заменяет целиком эксплуатации, а лишь передает часть работ - сложных технологических регулировок и контроль за технологическими процессами - в руки специалистов.

#### Библиографический список

1. СНиП 2.04.03-85. Канализация. Наружные сети и сооружения/ Госстрой России. – М.: ГУП ЦЦП, 1998. – 72с.
2. Яковлев С. В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод/ Учебник для вузов: - М.: АСВ, 2004 – 704 с.
3. Механическая очистка городских сточных вод. Методические указания./ Сост.: к.т.н., доц. А.М. Благоразумова: ГОУ ВПО «СИБГИУ». – Новокузнецк, 2003. – 29 с.
4. 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.-(Учебник для вузов. Специальная литература.).

УДК 669.015

## ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПАРОВОЗДУХОДУВНОЙ СТАНЦИИ «ЕВРАЗ ЗСМК»

**Авдалян С.В.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Паровоздуходувная станция (ПВС) в соответствии с проектом, выполненным в 1961 г., предусматривалась как единый источник сжатого воздуха различных параметров и назначений. В турбинах воздушных компрессоров, наряду с паром собственного производства, предусматривалось использование пара энергетических параметров ( $P=35$  кгс/см<sup>2</sup>,  $T=435$  °С) от установок по использованию вторичных энергоресурсов (ВЭР) комбината.

Ключевые слова: ПВС, котельный цех, турбинный цех, химический цех, котлоагрегат, турбокомпрессор.

История у подразделения богатая, а функции важнейшие. И сегодня паровоздуходувная станция даёт электричество, пар на коксо-хим производ-



ство и в сеть комбината заданных параметров, химочищенную воду (далее ХОВ) в конвертерные цеха, а самое главное – дутьё для доменного цеха, на нагревательные колодцы блюминга, а также в сеть комбината.

– В котлах сжигается газ: доменный, коксовый, природный, а также пылеугольная смесь. Образующийся пар поступает на турбины, связанные с компрессорами, а они, в свою очередь, подают сжатый воздух заданных параметров потребителям. В 2006 году был смонтирован новый турбогенератор, и станция стала вырабатывать своё электричество.

Однако поступление пара энергетических параметров от установок ВЭР не превышало 80 т/ч вместо 347 т/ч, предусмотренных проектом. По этой причине первоначальная проектная схема ПВС была изменена: увеличено количество котельных агрегатов (с 5 до 7), а также изменен состав компрессорного парка.

В настоящее время, кроме обеспечения сжатым воздухом, в задачи ПВС входит снабжение цехов комбината паром различных параметров. В составе ПВС четыре цеха: котельный, турбинный, химический, электрический (электроцех). План объектов и сооружений ПВС представлен на рис. 1.

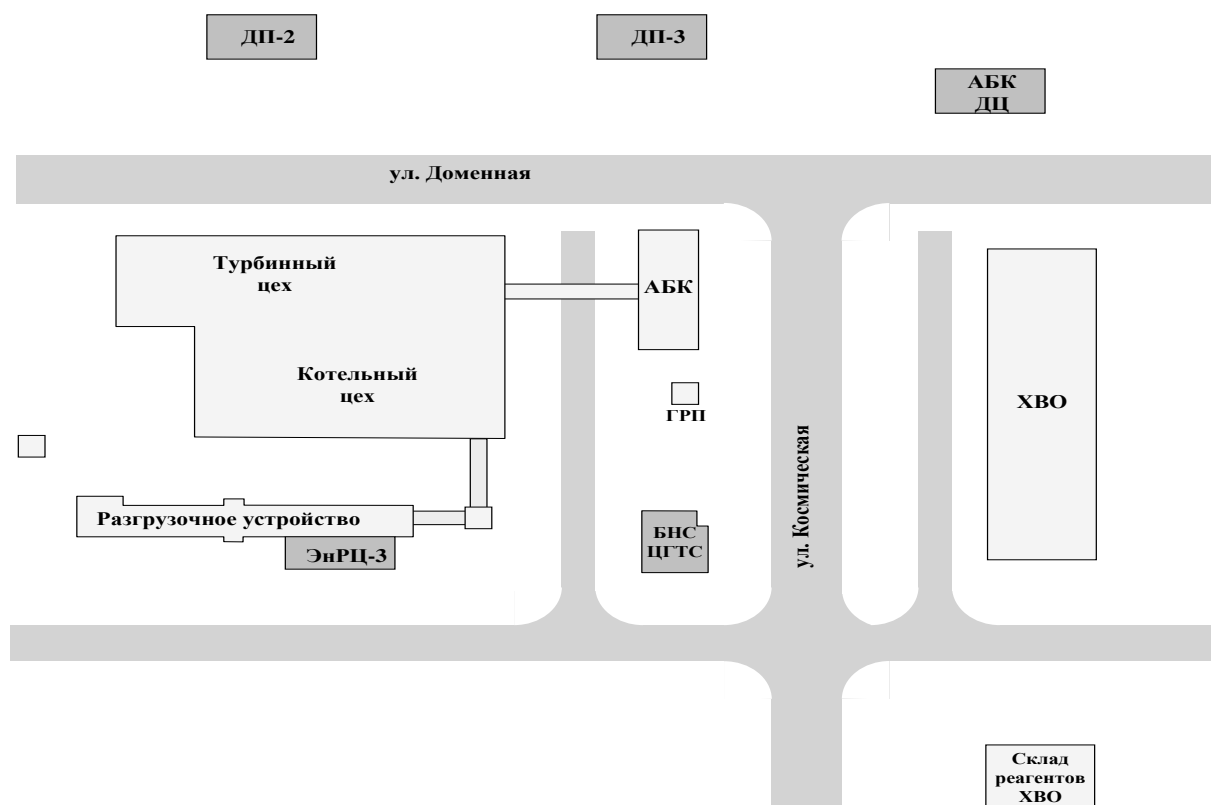


Рисунок 1 – План объектов и сооружений ПВС

Котельный цех предназначен для выработки перегретого пара. В цехе установлено 7 паровых котлов с номинальной проектной производительностью 110 т/час, давлением пара за главной паровой задвижкой 100 кгс/см<sup>2</sup> и температурой перегретого пара 540 °С. Схема материальных потоков, непосредственно участвующих в производстве продукции ПВС показана на рисунке 2.

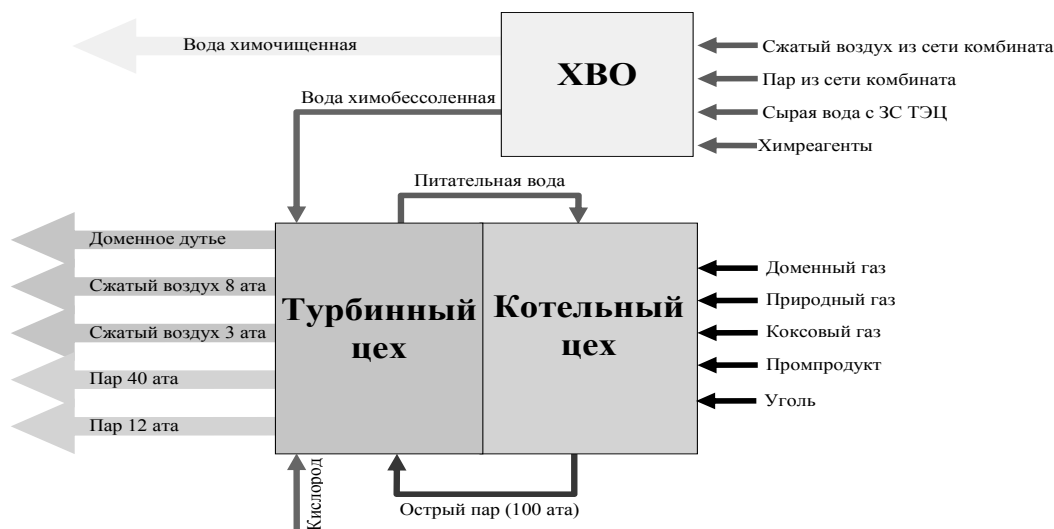


Рисунок 2 – Схема материальных потоков ПВС

Для получения перегретого пара установлен двухступенчатый, с вертикальным расположением змеевиков, конвективный пароперегреватель. Для регулирования температуры перегретого пара пароперегреватель снабжен пароохладителями поверхностного и впрыскивающего типа, установленными в рассечке первой и второй ступени пароперегревателя. Змеевики пароперегревателя первой ступени изготовлены из стали 20, нагрев которой не допускается выше  $450^{\circ}\text{C}$ , змеевики пароперегревателя второй ступени – из стали 12ХМФ, нагрев которой не допускается выше  $560^{\circ}\text{C}$ .

Для подогрева питательной воды, поступающей в барабан, на котле установлен двухступенчатый водяной экономайзер кипящего типа.

Для подогрева, поступающего в топку воздуха, в опускных газоходах установлен двухступенчатый двухпоточный рекуперативный воздухоподогреватель с 5-ходовым движением воздуха в первой ступени. Для защиты основного воздухоподогревателя от сернистой коррозии при сжигании коксового газа и снижения температуры уходящих газов перед его первой ступенью на котле ст. № 1 установлен дополнительный воздухоподогреватель с промежуточным теплоносителем, на котлах ст. № 2, 3, 6 установлены теплофикационные экономайзеры.

В качестве топлива используется доменный и коксовый газы, вырабатываемые в цехах комбината, природный газ (попутный газ Нижневартовского месторождения), а также промпродукт углей Кузнецкого бассейна, который для ПВС является замыкающим топливом.

На котлах установлены горелки различных модификаций многотопливные плоско-факельные горелки для совместного сжигания доменного, коксового, природного газом, а так же промпродукта каменных углей.

Для создания тягодутьевого режима на котлах установлено по два дымососа и по два дутьевых вентилятора. Для удаления дымовых газов на котлах установлены дымососы. Для обеспечения подачи воздуха на горение, на котлах установлены по дутьевые вентиляторы. Для получения угольной пыли из промпродукта и транспортировки ее до горелочных устройств, на каж-

дом котле установлено по две индивидуальных системы пылеприготовления. При необходимости подачи готовой пыли используется шнек.

Очистка дымовых газов осуществляется в мокрых скруберах противоточного типа и дополнительно установлены трубы «Вентури».

В турбинном цехе установлены турбокомпрессоры для подачи доменного дутья, обогащенного кислородом. После второй ступени сжатия этих же компрессоров, воздух подают в отделение нагревательных колодцев обжимного цеха.

Химический цех производит химически очищенную и химически обессоленную воду, которая в полном объеме потребляется ПВС для подпитки котлов, а ХОВ потребляется другими цехами комбината (ККЦ-1, 2). Средние показатели качества исходной воды приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Средние показатели качества исходной воды

№ пп	Показатели качества	Ед. изм.	Величина
1.	Жесткость	мг-экв/кг	1,5
2.	Щелочность	мг-экв/кг	1,46
3.	Ca <sup>2+</sup>	мг/кг	24,4
4.	Mg <sup>2+</sup>	мг/кг	4,5
5.	Cl <sup>-</sup>	мг/кг	3,68
6.	Солесодержание	мг/кг	123
7.	SiO <sub>2</sub>	мг/кг	7,2
8.	pH	-	8,06
9.	Cu	мг/кг	0,08
10.	Fe	мг/кг	0,49
11.	NH <sub>3</sub>	мг/кг	0,19
12.	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ,	мг/кг	1,22
13.	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	мг/кг	0,05

В таблице 2, приведены средние показатели воды, после химводоочистки (ХВО).

Таблица 2 - Средние показатели качества воды после ХВО

№ пп	Контролируемый поток	Показатели качества	Ед. изм.	Величина
1.	Питательная вода	Общая жесткость	мг-экв/кг	0,003
		Fe	мг/кг	0,03
		Cu	мг/кг	0,005
		Содержание растворенного кислорода	мг/кг	0,01
		Содержание нефтепродуктов	мг/кг	0,3
		Значение pH		9,1
		Содержание кремниевой кислоты	мг/кг	0,12
		Содержание соединений аммиак	мг/кг	0,7
2.	Котловая вода	pH		Более 9,3
		Избыток фосфатов	мг/кг	4
3.	Пар перегретый	Содержание натрия	мг/кг	0,025
		SiO <sub>2</sub>	мг/кг	0,025

Выработка пара котлами в течение года происходит неравномерно, показана на рисунке 3, и его среднемесячное значение составляет 394267 тонн.

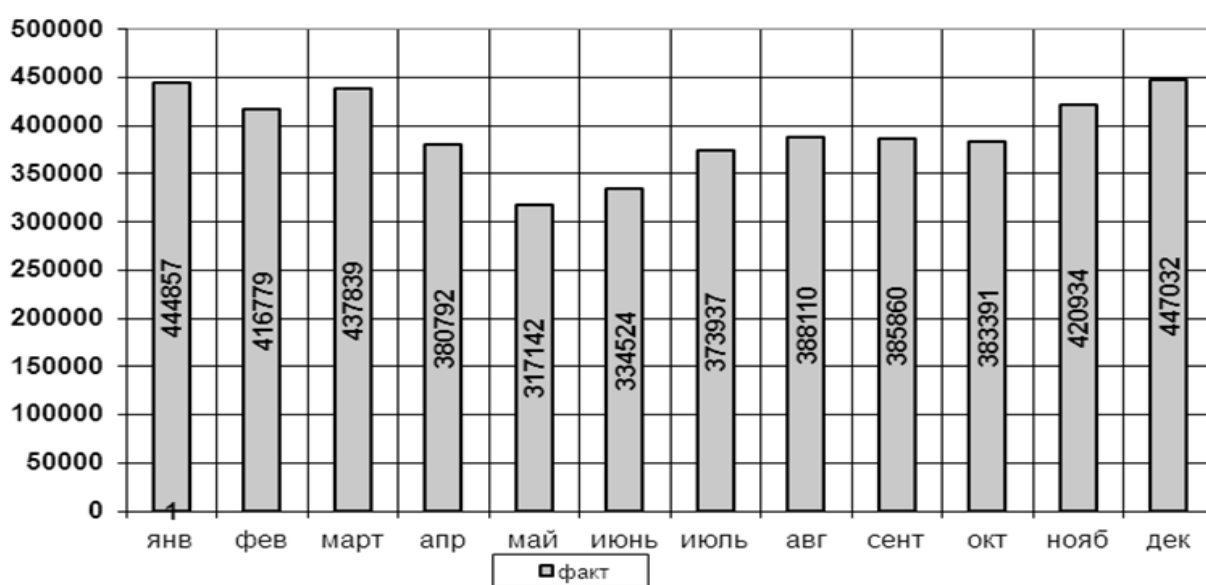


Рисунок 3 – Фактическая выработка пара котлами за 2016 год.

В выводе можно сказать о том, что в целом каждый цех выполняет свою поставленную задачу.

#### Библиографический список

1. Правила устройства и безопасной эксплуатации трубопроводов пара и горячей воды. ПБ 10-573-03. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2003г.
2. Указания и нормы технологического проектирования и технико-экономические показатели энергетического хозяйства предприятий черной металлургии. Металлургические заводы. т.12. Водное хозяйство. – М. 1980.
3. ПТИ 107-Г.Э. ПВС-01.99. Эксплуатация котельных агрегатов типа ПК-20-2МИ на ПВС ЗСМК.
4. ПТИ по устройству, ремонту и обслуживанию трубопроводов, транспортирующих кислород, азот, воздух. ПТИ УГЭн № 2-98.
5. Газоочистные аппараты и установки в металлургическом производстве. Старк С. Б.: Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. И доп.– М.:Металлургия, 1990.400 с.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ВОДООЧИСТНЫХ ФИЛЬТРОВ**

**Теплоухов Д.Ю.**

**Научный руководитель: доцент Ланге Л.Р.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены варианты оптимизации работы фильтровальных сооружений в системе питьевого водоснабжения на сооружениях г. Новокузнецка.

Ключевые слова: очистка, питьевая вода, фильтры, промывка, фильтрующая загрузка, горелые породы.

В связи с введением в 2001 году санитарно-эпидемиологических правил и норм СанПиН 2.1.4.1074 – 01 «Вода питьевая. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения», ужесточились требования к качеству воды. Поэтому особую актуальность приобрела работа фильтровальных сооружений, которые завершают технологическую цепочку подготовки питьевой воды и, в основном, определяют соответствие подаваемой населению воды указанным требованиям.

В процессе фильтрования из воды выделяются диспергированные частицы загрязнений, коллоидные частицы и значительная часть бактерий.

На эффективность работы фильтровальных сооружений наилучшее влияние оказывают следующие факторы оптимальность выбора фильтрующей загрузки, исключение смещения поддерживающих слоев, равномерность промывки по площади фильтра.

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.

Особенно высокими фильтрационными свойствами обладают зернистые материалы, получаемые дроблением пористых кусковых материалов.

К этой группе материалов относятся и горелые породы, являющиеся породой, сопутствующей каменному углю и имеющейся во всех угольных районах. Это метоморфизированный угленосный материал, состоящий из углистых и слабоуглистых аргиллитов, алевролитов или песчаников, под-

вергнутых обжигу в горящих терриконах угольных шахт. Для загрузки фильтров рекомендуется применять аргиллит, как наиболее прочный материал. Необходимые фракции получают дроблением с последующей сортировкой. Следует, однако, иметь в виду, что даже в пределах одного террикона свойства горелых пород могут быть разными, т.к. они зависят от условий обжига угленосных пород, контролировать и управлять которыми нет возможности.

В Кемеровской области в г. Киселевске на шахте «Дальние горы» после ее закрытия создано предприятие по производству горелых пород в качестве фильтрующего материала. Особенностью его является то, что он образован при пожаре в подземных условиях и обладает постоянным качеством. Применение их на сооружениях области (более 15 лет) позволило улучшить качество очистки (мутность фильтрата находится в пределах 0,2-0,6 мг/л), при этом гранулометрический состав их практически не меняется [1,2,3].

Промывка фильтров является вспомогательным процессом, но она может оказать решающее влияние на нормальный режим работы фильтров. При неэффективной промывке происходит накопление остаточных загрязнений в толще фильтрующего слоя, изменение гранулометрического состава, смещение поддерживающих слоев, что сокращает фильтроцикл, а в отдельных случаях и вовсе выводит фильтр из работы. Поэтому конструктивное устройство большинства деталей и оборудования фильтров диктуется условиями его промывки.

Основной задачей при расчете промывки фильтров является установление такой интенсивности промывки и такого относительного расширения слоя загрузки, при которых обеспечивается практически полная отмывка зерен от прилипших к ним в процессе фильтрования загрязнений.

Водяная промывка наиболее простой и самый распространенный способ восстановления фильтрующей способности зернистых загрузок. Однако ей присущи некоторые недостатки, а именно:

- не всегда обеспечивается необходимая степень отмывки фильтрующего слоя;
- расходуется большое количество воды (до 8–10 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>2</sup> поверхности фильтра), что требует применения мощных промывных насосов или наличия больших емкостей для накопления запаса воды для промывки;
- требуются большие сооружения для обработки промывных вод при их повторном использовании.

Интенсифицировать промывку и уменьшить расход промывной воды можно применением водо-воздушной промывки, которая осуществляется в три этапа – воздушная, совместная водо-воздушная, водяная.

Опыт применения такой промывки показал, что она исключает возможность смещения гравийных слоев, в результате чего повышается надежность и стабильность работы фильтровальных сооружений. Однако внедрение такой промывки требует изменения в конструкции фильтра.

На Драгунском водозаборе проведены испытания водо-воздушной

промывки, сущность которой заключается в следующем. Фильтроцикл заканчивается путем понижения уровня воды в фильтре на 40 – 50 см ниже поверхности загрузки (ниже наиболее насыщенного загрязнениями ее верхнего слоя). При этом происходит насыщение слоя загрузки над уровнем воды атмосферным воздухом. Затем осуществляют промывку загрузки восходящим потоком воды. Вода идеально равномерно вытесняет из верхнего слоя воздух, одновременно взрыхляя загрузку и отделяя от ее зерен загрязнения. На рисунке 1 представлены результаты изменения мутности промывной воды при разных режимах промывки. Как видно из графика применение водо-воздушной промывки позволило сократить время промывки с 10 до 6,5 минут без дополнительных капитальных затрат [4,5,6]..

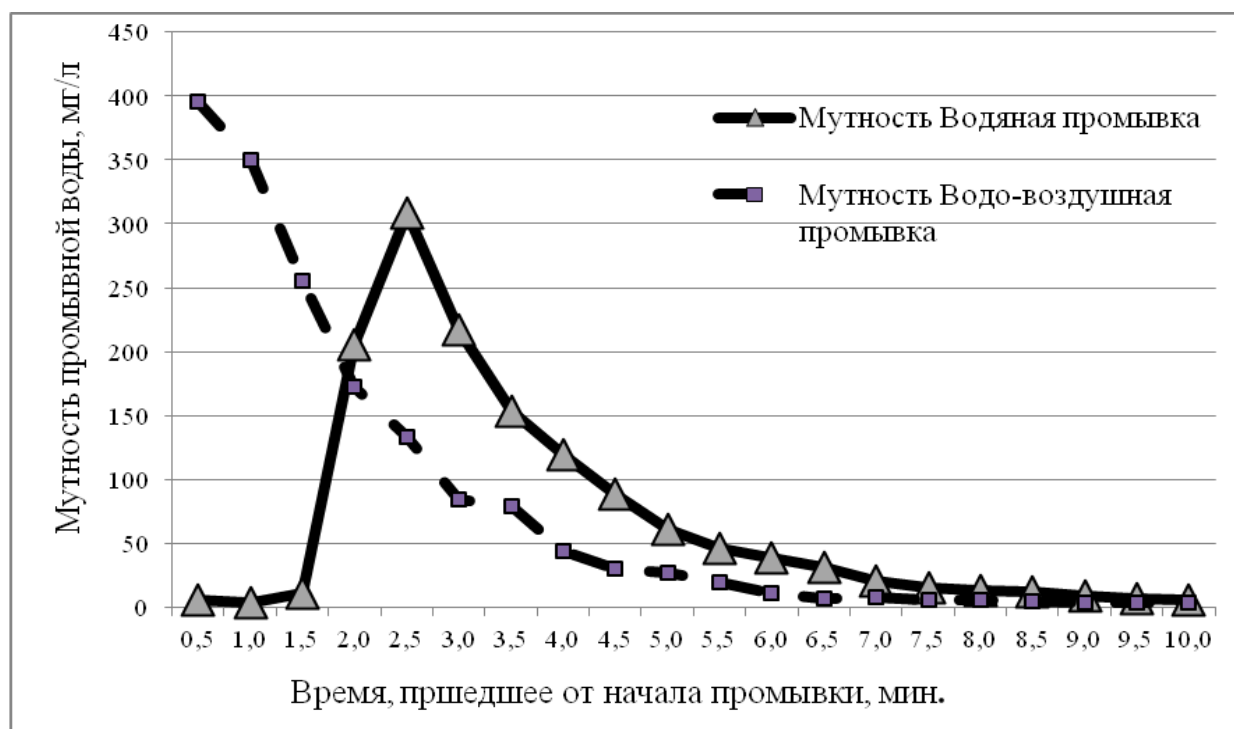


Рисунок 2 – График определения времени промывки фильтров

Таким образом, применение высокоэффективного фильтрующего материала из горелых пород на стадии фильтрования позволяет значительно увеличить эффективность очистки, а применение водо-воздушной промывки без изменения конструкции фильтра позволит сократить объем промывной воды и исключить смещения поддерживающих слоев

#### Библиографический список

1. Ланге Л.Р., Гохман Б.М. Опыт применения горелых пород в качестве фильтрующего материала – В кн.: Сб. трудов IX междунар. науч.-практ. конф. Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность. Кемерово: изд. КемТИПП, СибГИУ, ИГАСУ, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2006. С.33–36

2. Ланге Л.Р. Водоочистные фильтры. Конструкции, область приме-

ния, эксплуатация. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2004. – 146 с.

3. Ланге Л.Р., Гохман Б.М. Повышение эффективности очистки воды – В кн.: Сб. трудов XI междунар. науч.-практ. конф. Водоснабжение и водоотведение: качество и эффективность.– Кемерово: изд. КемТИПП, СибГИУ, ИГАСУ, ООО КВК «Экспо-Сибирь», 2008. С.49–50

4. Ланге Л.Р. Опыт обследования и оптимизации работы водопроводных очистных сооружений // Вестник СибГИУ. 2015. №1(11). С.81 – 83.

5. Гохман Б.М., Ланге Л.Р. Обследование водопроводных очистных сооружений // Водоочистка. 2010. №6. С. 38 – 40

6. Ланге Л.Р., Ворон Л.В. Интенсификация работы водопроводных очистных сооружений. В кн.: Сб. трудов Всероссийской науч-практ. конф. Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2016. С. 235-240

УДК 666.3.032.65

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВАНИЯ НА ОСАДКУ ПРЕСС-МАСС И СВОЙСТВА СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ ИЗ ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ**

**Щербинина Е.О.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Столбоушкин А.Ю.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: shcherbinina-1993@mail.ru*

Исследовано влияние влажности и давления прессования на осадку пресс-порошков и свойства стеновой керамики из отходов углеобогащения и глинистого сырья. Определены физико-механические свойства керамических образцов, отформованных при различных значениях давления, выбранных через небольшие равные интервалы. Выявлена зависимость изменения свойств образцов от величины прикладываемого давления при различной формовочной влажности пресс-масс. По компрессионным кривым установлены оптимальные значения параметров полусухого прессования керамического кирпича из новокузнецкого суглинка и отходов углеобогащения.

Ключевые слова: давление прессования, влажность пресс-масс, пылеватые суглинки, керамический кирпич, компрессионные кривые, отходы углеобогащения.

Керамический кирпич еще с древних времен занимает лидирующие позиции на строительном рынке благодаря своим теплофизическим, физико-механическим свойствам, долговечности, экологичности и архитектурной выразительности.

Так как запасы качественного глинистого сырья истощаются, на смену приходят накопленные минеральные, крупнотоннажные промышленные от-



ходы. Для того, что бы создавать кирпич из такого сырья, необходимо разрабатывать и усовершенствовать технологии производства кирпича [1].

В связи с этим, были разработаны и предложены новые технологические принципы получения стеновой керамики из низкокачественного малопластичного природного и техногенного сырья, основанные на технологии компрессионного формования предварительно гранулированного сырья, с целенаправленным формированием будущей структуры уже на стадии массоподготовки исходных материалов [2].

Что бы получить бездефектный и качественный сырец, по предложенной технологии, необходимо найти оптимальные параметры прессования сырцовых изделий.

Цель работы заключалась в установлении влияния параметров и режимов прессования на осадку пресс-масс и свойства стеновой керамики из техногенного и природного сырья.

В качестве объекта исследования был выбран суглинок новокузнецкого месторождения и отходы углеобогащения шахты ООО «Ерунаковская-8». Подробная характеристика новокузнецкого суглинка, относящегося к умереннопластичному сырью с низким содержанием каменистых включений, приведена в работе [3].

Приготовление образцов осуществлялось по классической сушильно-помольной технологии с усовершенствованной массоподготовкой сырья, основанной на целенаправленном формировании будущей структуры. Для получения качественного гранулята – сырье увлажнялось до формовочной влажности и гранулировалось при оптимальных параметрах [4].

Из полученных гранулированных пресс-масс были отформованы по три серии образцов для каждого сырья и построены компрессионные кривые (рисунок 1, 2). В процессе изготовления образцов, в каждой серии последовательно менялось прессовое давление в интервале от 2 до 30 МПа. Для того что бы более детально проследить физико-механические свойства образцов на этапах, где происходит большая осадка пресс-порошков, были выбраны давления прессования образцов 2, 5, 15, 25 МПа. Для определения физико-механических свойств и снижения риска случайной ошибки эксперимента при выбранных параметрах прессовалось по пять образцов. Образцы-цилиндры диаметром 50 мм и высотой 45-55 мм были отпрессованы по одинаковому режиму и обожжены при температуре 1050 °С. Прессование проводилось на гидравлическом прессе с плавным нарастанием давления. Режим прессования – двухступенчатый с соотношением предварительного и конечного давлений примерно 1:4. Способ приложения прессового усилия – односторонний.

При изготовлении образцов из суглинка влажностью 9,5 % и 12 % и отходов углеобогащения влажностью 9 % и 15 %, наблюдалась неудовлетворительная формовка изделий.

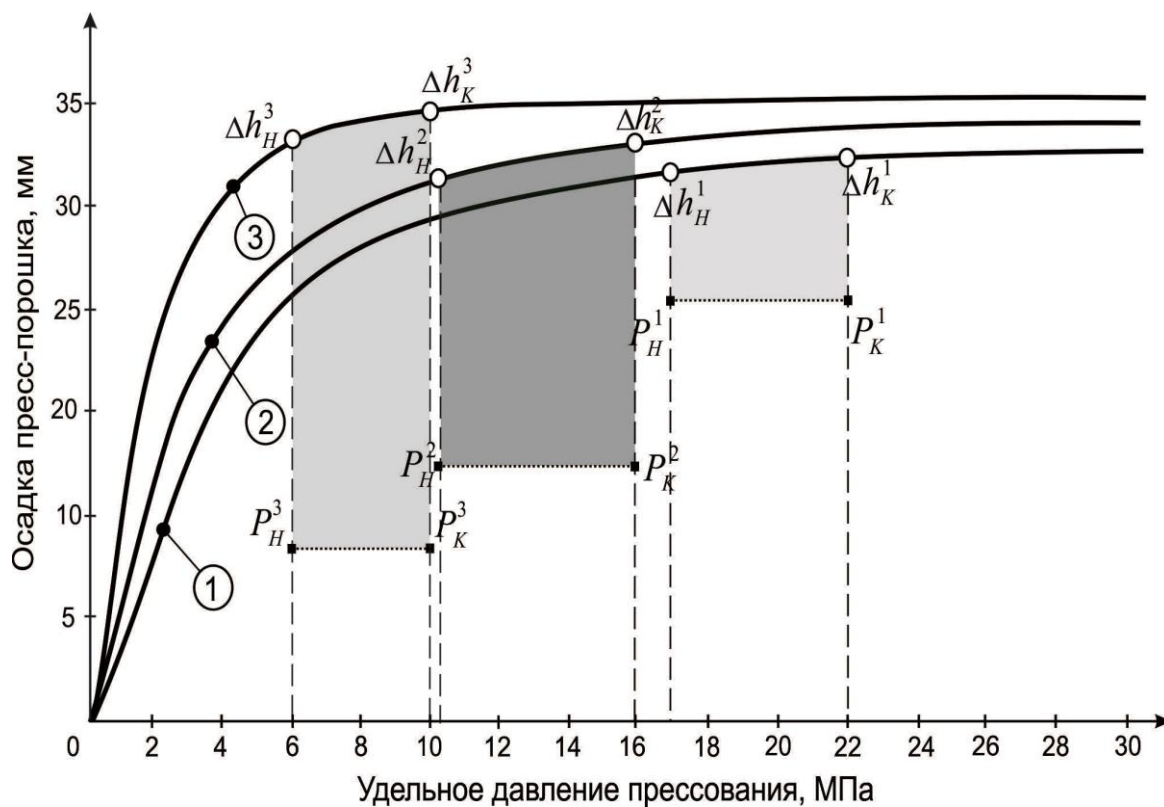


Рисунок 1 – Компрессионные кривые осадки керамических масс из гранулированного суглинка с влажностью: 1 – 9,5 %; 2 – 12 %; 3 – 14,5 %

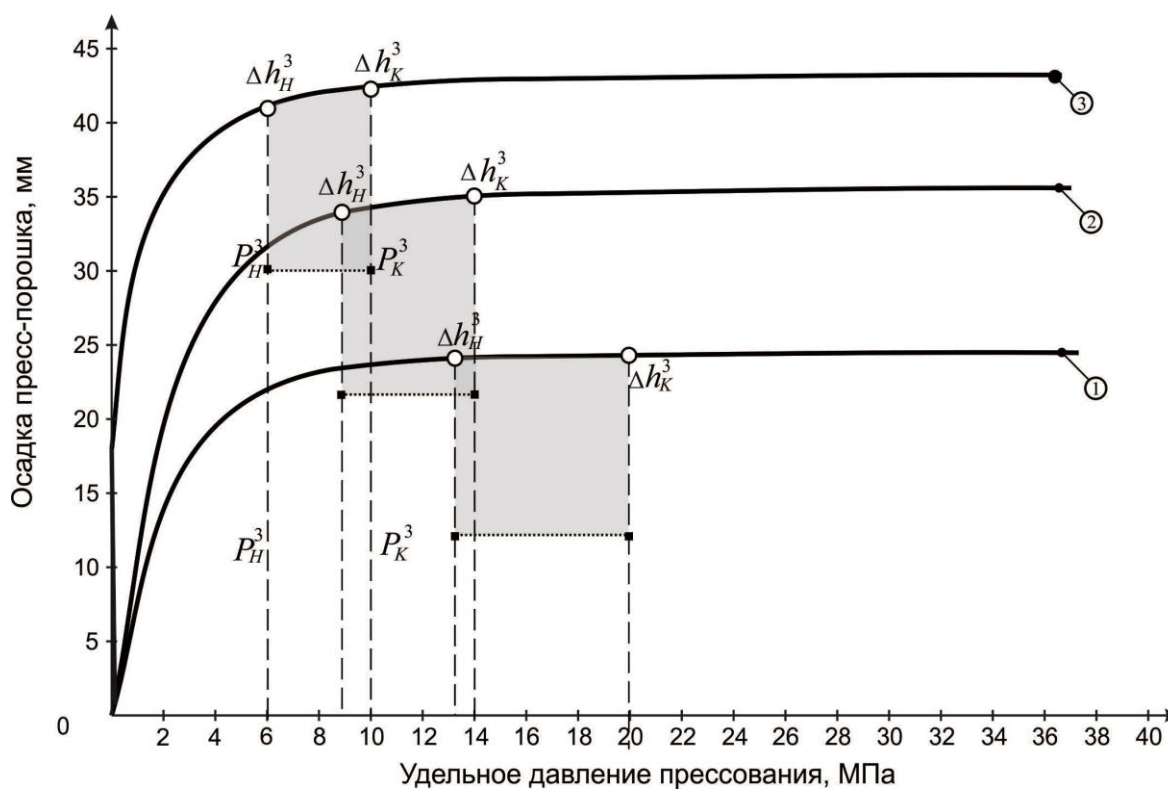


Рисунок 2 – Компрессионные кривые осадки керамических масс из гранулированных углеотходов с влажностью: 1-9 %; 2-13 %; 3-15 %

Образцы имели низкую сырцовую порочность, их приповерхностная зона со стороны матрицы выкрашивалась во время выпрессовки изделий из формы. На сырце образовывались поперечные трещины расслаивания, которые нарушали целостность формовки. Таким образом, провести сравнительный анализ физико-механических свойств и определение оптимального прессового давления для данной влажности не представлялось возможным. При формовании образцов с влажностью 14,5 % и 13 % проблем, отмеченных выше, не наблюдалось.

На основании данных эксперимента построены графики зависимостей прочности при сжатии, коэффициента конструктивного качества и средней плотности образцов от давления прессования и формовочной влажности. Результаты исследования физико-механических свойства керамических образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства образцов влажностью 14,5% из суглинистого сырья

№ п/п	Давление прессования, МПа	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент конструктивного качества
1	2	1693	19,1	12,7	7,5
2	5	1882	13,3	30,1	15,8
3	15	1894	12,4	31,0	16,4
4	25	1872	12,5	28,7	15,3

Результаты исследования физико-механических свойства керамических образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства образцов влажностью 13% из техногенного сырья

№ п/п	Давление прессования, МПа	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопоглощение	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент конструктивного качества
1	2	1321	32,3	1,6	1,2
2	5	1631	22,5	8,8	5,5
3	15	1534	19,2	17,0	11,3
4	25	1630	19,0	21,5	13,43

Графическая интерпретация результатов оптимизации параметров прессования керамических образцов по значениям их физико-механических свойств представлена соответственно на рисунках 3 и 4.

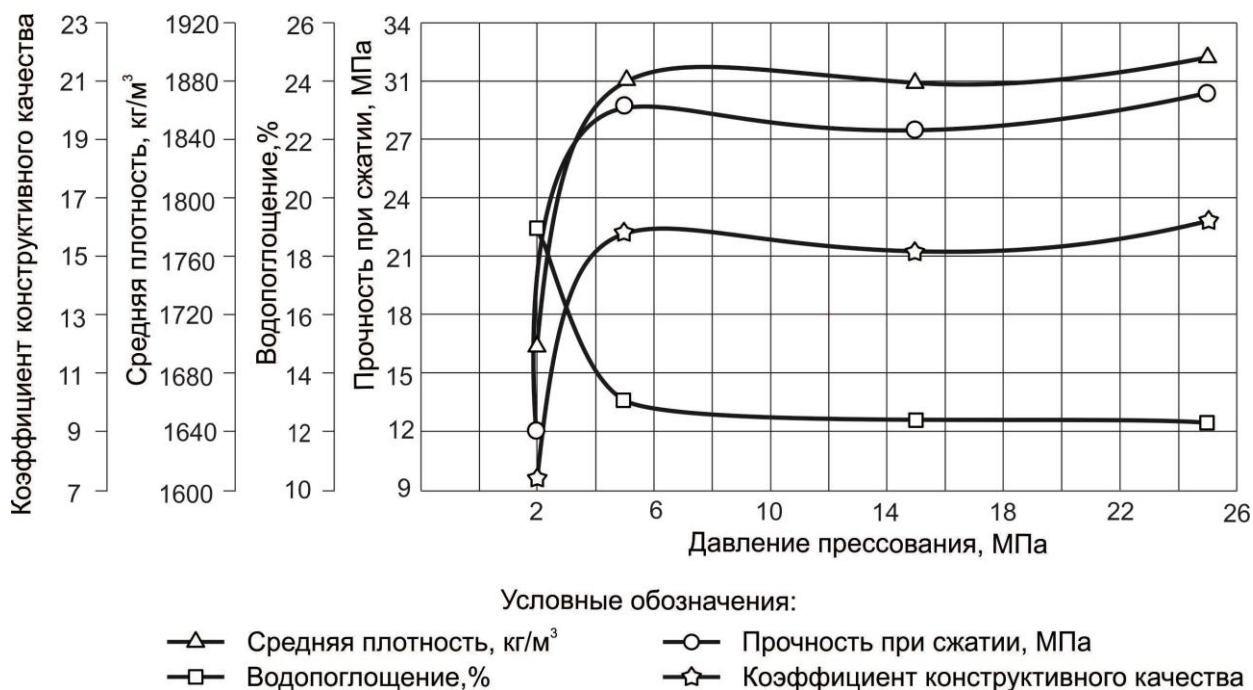


Рисунок 3 – Зависимость физико-механических свойств керамических образцов из гранулированного суглинка влажностью 14,5% от величины прикладываемого давления

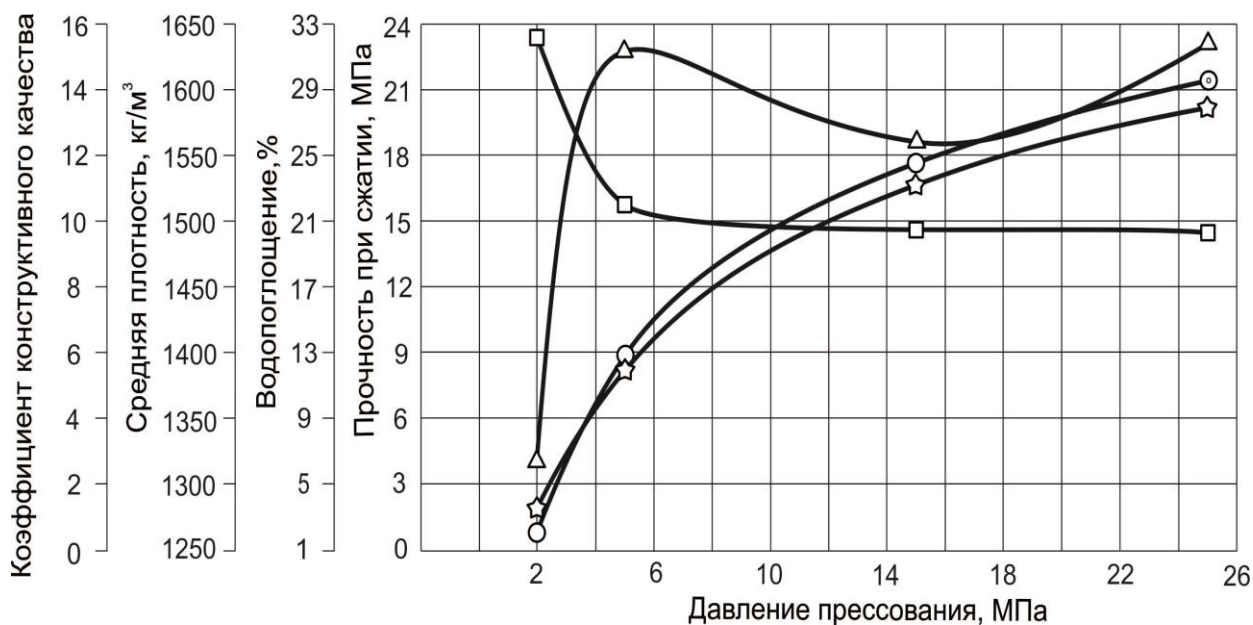
Выводы по результатам экспериментального исследования:

1. В результате литературного и патентного обзора обоснована необходимость применения технологии полусухого прессования при производстве керамического кирпича из низкокачественного техногенного и природного сырья, в том числе и отходов углеобогащения.

2. Комплексное исследование вещественного состава и керамико-технологических свойств отходов углеобогащения шахты ООО «Ерунаковская-8» показало необходимость корректировки керамических шихт с использованием легкоплавкого глинистого сырья.

3. Проведена апробация разработанного способа компрессионных кривых (патент №2595879) на примере глинистого сырья и углеотходов. По кривым осадки керамических масс различной влажности определены оптимальные прессовые давления на границе между пластическими и упругими деформациями.

4. Экспериментально определены физико-механические свойства керамических образцов из глинистого сырья: прочность при сжатии 30-34 МПа, водопоглощение 12-15 %, средняя плотность 1750-1900кг/м<sup>3</sup>, коэффициент конструктивного качества 16-17. На основе углеотходов: прочность при сжатии 20-23 МПа, водопоглощение 17-19 %, средняя плотность 1600-1700кг/м<sup>3</sup>, коэффициент конструктивного качества 11-14.



Условные обозначения:

- △— Средняя плотность, кг/м<sup>3</sup>
- Водопоглощение, %
- Прочность при сжатии, МПа
- ☆— Коэффициент конструктивного качества

Рисунок 4 – Зависимость физико-механических свойств керамических образцов из гранулированных углеотходов влажностью 13 % от величины прикладываемого давления

#### Библиографический список

1. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов [Текст]: справочное пособие / А. В. Долгарев. – Москва: Стройиздат, 1987. 456 с.
2. Иванов А.И. Принципы создания оптимальных структур керамического кирпича полусухого прессования / А.И. Иванов, А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко // Строительные материалы.– 2015. – № 4. – С. 65–70.
3. Столбоушкин, А.Ю. Исследование процессов гранулирования шламистых железорудных отходов и опудривания гранул глинистой фракцией для получения керамических материалов / А.Ю. Столбоушкин, Г.И. Стороженко // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 1995. – № 6. – С. 40–43.
4. Витюгин В.М. Исследование процесса гранулирования окатывани-ем с учетом свойств комкуемых дисперсий [Текст] : монография / В.М. Витюгин ; Томск. полит. ун-т. – Томск, 1975. – 142 с.

## **ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ТОНКОМОЛОТОГО МАРТЕНОВСКОГО ШЛАКА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ**

**Куртукова А.В., Акст Д.В., Чернейкин М.А.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Столбоушкин А.Ю.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: arisha\_kurtukova@mail.ru*

Приведены результаты исследования химического, гранулометрического и минералогического составов представительных проб отвального мартеновского шлака. Установлено, что минералогический состав шлака представлен в основном мелилитом, киршштайнитом, кварцем и форстеритом. В качестве примесей идентифицируются периклаз, бредигит, вюстит и гематит. Установлено, что добавка тонкомолотого мартеновского шлака в глинистое сырье приводит к снижению прочности и увеличению водопоглощения керамических образцов.

Ключевые слова: мартеновский шлак, химический состав, гранулометрический состав, минералогический состав, керамический образец.

На сегодняшний день экология многих регионов нашей страны значительно пострадала от многолетней работы предприятий горнодобывающей, энергетической и металлургической промышленности [1, 2]. На территории Кемеровской области их функционирование привело к накоплению крупнотоннажных отходов, объемы которых возрастают с каждым годом [3]. К примеру, в Новокузнецке в результате многолетней работы двух градообразующих металлургических комбинатов (современное АО «ЕВРАЗ Объединенный Западно-Сибирский металлургический комбинат») накоплены десятки миллионов тонн отвальных шлаков металлургического производства, ухудшающих экологическую обстановку в городе [4].

Одновременно с загрязнением территорий происходит истощение природных сырьевых ресурсов для отрасли строительной индустрии. Поэтому одним из перспективных направлений переработки и утилизации техногенных отходов является их эффективное использование в качестве сырья для производства строительных материалов [5-7].

Цель исследования заключалась в изучении влияния добавки тонкомолотого мартеновского шлака на физико-механические свойства грубокерамических материалов для строительства.

В качестве основного сырья для приготовления керамических образцов использовался умереннопластичный легкоплавкий новокузнецкий суглинок гидрослюдисто-каолинит-монтмориллонитового типа с низким содержанием крупнозернистых включений. В качестве добавки применялся отвальный

шлак металлургического производства (Новокузнецк).

Химический и гранулометрический составы сырьевых материалов представлены в таблицах 1 и 2 соответственно.

Таблица 1 - Химический состав исследуемого суглинка и мартеновского шлака

Сырьевой компонент	Массовая доля компонентов, %									
	$SiO_2$	$TiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$MnO$	$SO_3$	$MgO$	$CaO$	$R_2O$	$P_2O_5$
Суглинок новокузнецкий	62,85	0,85	14,17	4,91	-	0,45	2,38	4,44	3,8	-
Мартеновский отвальный шлак	27,17	0,50	7,57	13,79	2,76	0,20	15,49	32,35	-	0,55

Таблица 2 - Гранулометрический состав сырьевых материалов после измельчения

Сырьевой компонент	Содержание фракций в %, размер частиц в мм				
	>0,06	0,06-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001
Суглинок новокузнецкий	-	2,6	62,15	4,18	28,17
Мартеновский шлак	72,07	15,13	3,71	8,96	0,13

При изучении сырьевых материалов были проведены исследования минерального состава мартеновского шлака методом малоугловой рентгеновской дифрактометрии.

По данным анализа межплоскостных расстояний усредненная проба шлака металлургического производства имела следующий минералогический состав: мелилит ( $d/n = 0,370; 0,239; 0,182; 0,137$ ), киршштайнит ( $d/n = 0,551; 0,278; 0,183$ ); кварц ( $d/n = 0,334; 0,245; 0,192$ ); форстерит ( $d/n = 0,506; 0,181$ ). В качестве примесей идентифицируются периклаз ( $d/n = 0,249; 0,212$ ), бредигит ( $d/n = 0,274; 0,229$ ), вюстит ( $d/n = 0,248; 0,216$ ) и гематит ( $d/n = 0,366; 0,271$ ).

Ранее авторами были проведены лабораторные исследования и определены оптимальные параметры и оборудование для помола материала. Механоактивация отвального мартеновского шлака включает двухстадийное дробление: грубый помол в щековой дробилке до фракции не более 10 мм; тонкое измельчение в стержневой или шаровой мельнице камерного типа в течение 60-90 минут до фракции 100-300 мкм [8]. Кроме того, в результате лабораторных испытаний было показано, что активированный тонкодисперсный мартеновский шлак может использоваться в количестве до 30 мас.% в качестве компонента клинкерного вяжущего [8].

С учетом пластичности глинистого сырья влияние добавки тонкомолотого мартеновского шлака на физико-механические свойства керамики проводилось на образцах полусухого прессования. Были изготовлены керамические образцы-цилиндры диаметром 45 мм и высотой 40-50 мм. Для этого глинистое сырье высушивалось в сушильном шкафу до остаточной влажности 2-3 % и измельчалось на лабораторных бегунах до полного прохождения через сито № 063. Измельченный суглинок тщательно перемешивался с тон-

комолотым шлаком в количестве от 10 до 40 мас. %. Полученные пресс-порошки увлажнялись до оптимальной формовочной влажности 9-10 %.

Формование проводилось на лабораторном гидравлическом прессе при давлении 15 МПа. Режим прессования двухступенчатый с односторонним приложением нагрузки. Обжиг производился в лабораторной муфельной печи с выдержкой при температуре 1000 °С в течение часа.

Физико-механические свойства керамических образцов при различном содержании тонкомолотого шлака в составе шихты приведены в таблице 3.

Таблица 3 - Физико-механические свойства керамических образцов при различном содержании тонкомолотого мартеновского шлака

№ п/п	Содержание шлака в составе шихты, мас. %	Средняя плотность	Водопоглощение, %	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент конструктивного качества
1	0	1890	11,3	32,7	17,3
2	10	1897	14,1	30,6	16,1
3	20	1945	14,0	30,4	15,6
4	30	1974	15,9	27,6	14,0
5	40	1956	16,7	25,5	13,0

Исследование физико-механических свойств образцов показало (таблица 3), что добавка тонкомолотого мартеновского шлака в шихту в количестве до 40 мас. % приводит к снижению прочности образцов на 30 % по сравнению с контрольными образцами из суглинка (с 32,7 до 25,5 МПа). Кроме того, добавка шлака увеличивает водопоглощение отпрессованных и обожженных образцов практически в 1,5 раза (с 11,3 до 16,7 %), что свидетельствует об ухудшении спекания керамического материала при обжиге. Зависимость физико-механических свойств керамических образцов от количества шлака в составе шихты приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Зависимость физико-механических свойств керамических образцов от количества шлака в составе шихты



*Основные выводы по результатам проведенного исследования:*

- минералогический состав отвального мартеновского шлака представлен следующими минералами: мелилит; киршштайнит; кварц; форстерит. В качестве примесей присутствуют периклаз, бредигит, вюстит и гематит;
- добавка тонкомолотого отвального металлургического шлака в глинистое сырье в количестве 10-40 мас. % приводит к ухудшению физико-механических свойств керамических образцов полусухого прессования;
- целесообразно использование тонкомолотого отвального металлургического шлака в технологии стеновых керамических материалов полусухого прессования на основе умеренно-пластичных пылеватых суглинков Западной Сибири.

Библиографический список

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году: гос. Докл. [Текст] / Российская Федерация. Министерство природных ресурсов и экологии. – М., 2010.
2. Петров И.В. Эколого-экономический подход в сфере обращения с отходами производства в регионе [Текст] / И. В. Петров, Д. Ю. Савон // Экология. Природопользование. Экономика. Материалы международной конференции МГГУ. – М.: ООО «Роликс», 2013. – С. 43–56.
3. Ляшенко В.И. Охрана окружающей среды в регионах добычи и переработки руд [Текст] / В. И. Ляшенко, В.З. Дятчин // Экология производства. – 2013. – № 3. – С. 56–59.
4. Рахимов Р. З. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья [Текст] / Р.З. Рахимов, У.Х.Магдеев, В.Н. Ярмаковский // Строительные материалы. – 2009. – № 12. – С.8–11.
5. Рассказов В.Ф. Производство строительных материалов с использованием техногенных отходов [Текст] / В.Ф.Рассказов, Г.Д.Ашмарин, А. Н. Ливада // Стекло и керамика. – 2009. – № 1. – С. 5–9.
6. Кикава О.Ш. Строительные материалы из отходов производства [Текст] / О.Ш. Кикава, Н.С. Маякова, Н.В. Борисова // Экология и промышленность России. – 1997. – № 12. – С. 23-28.
7. Столбоушкин А.Ю. Получение морозостойкого керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов [Текст] / А. Ю. Столбоушкин, А.И. Иванов, Г.И. Стороженко, С.И. Уразов // Строительные материалы. – 2011. – № 12. – С. 4–7.
8. Столбоушкин А.Ю. Исследование отвального мартеновского шлака до и после активации в мельнице стержневого типа для получения строительных материалов [Текст] / А.Ю. Столбоушкин, В.В.Шевченко, Д.В.Акст // Материалы XIV международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук». – Томск.: Изд-во ТПУ, 2017. – С. 77–79.

## **ПЕНОБЕТОН - ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ**

**Зеленская Л.Р.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Дана характеристика сырьевых материалов для получения пенобетона с применением местного сырья и промышленных отходов: золы-унос Западно-Сибирской ТЭЦ, портландцемента, пенообразователя ПБ-2000, суперпластификатор С-3, жидкого растворимого стекла. Приведен состав пенобетона и разработана технологическая схема производства пенобетонных блоков по резательной технологии. Описаны основные свойства стеновых блоков из полученного пенобетона.

Ключевые слова: цемент, зола, пенобетон, производство, пенообразователь, стеновой блок, свойства, технология.

В настоящее время на предприятиях различных отраслей промышленности образуется достаточно большое количество отходов и сопутствующих продуктов. Это создает не только определенные затруднения в размещении и хранении промышленных отходов, но и представляет серьезную экологическую проблему. Одним из наиболее рациональных способов использования некоторых промышленных отходов является их применение в качестве сырьевых материалов в строительной индустрии, например для производства стеновых блоков.

Цель: Разработать технологию получения и состав пенобетона с применением местных сырьевых материалов и отходов производства.

Классический пенобетон состоит из цемента, тонкомолотого песка и пенообразующей добавки. Установлено, что в Кузбассе песок отсутствует. Предложено песок заменить золой-отходом энергетической промышленности.

Известно, что зола бывает в виде золошлаковой смеси (ЗШС), которая хранится в отвалах. ЗШС требует дополнительной переработки (сушка, измельчение, помол) с целью ее использования. В работе исследована зола-унос (ЗУ) Западно-Сибирской ТЭЦ. Она образуется в электрофильтрах от сжигания каменного угля. Зола-унос имеет тонкодисперсный состав ( $S_{уд} = 2800 \dots 3500 \text{ см}^2/\text{г}$ ), не требует сушки и измельчения. Физические характеристики исследуемой золы приведены в таблице 1 и соответствуют ГОСТ 310.2 и 310.3 [1, 3].

Таблица 1 – Физико-химические характеристики золы-унос Западно Сибирской ТЭЦ

Наименование	Показатели
Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	2300
Остаток на сите 008, %	11
Содержание SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , % по массе	87,6-87,86
Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO <sub>3</sub> , % по массе	0,14
Содержание свободного оксида кальция (CaO <sub>св</sub> ), % по массе	0,14
Содержание оксида магния (MgO), % по массе	1,54-1,74
Потери при прокаливании, % по массе	0,86-0,78
Влажность, % по массе	1
Содержание щелочных оксидов в пересчете на Na <sub>2</sub> O, % по массе	2,95-3,00
Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	713-723
Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	2300
Водопотребность, %	41,4

Зола, как и песок, относится к группе «кислого» сырья с преобладанием кислотных оксидов, содержание SiO<sub>2</sub>+Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> находится в пределах 87 %. Содержание минимальных остаточных карбонатных включений (CaO < 0,14, MgO < 1,7 %), превышение которых приводит к снижению качества изделий.

В качестве *пенообразователя* в исследованиях принят ПБ-2000 (таблица 2).

Таблица 2 - Техническая характеристика пенообразователя

Показатель	Значение
Внешний вид	Однородная прозрачная жидкость от светло-желтого до коричневого цвета
Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	1000-1200
Водородный показатель (ph) пенообразователя, в пределах	7,0-10,0
Кратность пены рабочего раствора с объемной долей пенообразователя 4%, не менее	7,0
Устойчивость пены, с, не менее	360

Для повышения качества изделий из пенобетона использовано жидкое стекло, в виде натриевого жидкого стекла, которое является стабилизатором пены. Технические свойства жидкого стекла регламентируются ГОСТ 13078-81 (таблица 3).

Для уменьшения водотвердого отношения и увеличения пластичности смеси использован суперпластификатор С-3 (0,19 %). Технические свойства суперпластификатора С-3 соответствует ТУ 6-36-0204229-625-90.

Таблица 3 - Физические характеристики жидкого стекла

Параметры	Натриевое	
	Примерные значения	Сорт III
Вязкость при температуре 20°C, МПа·с	20...1000	200...1000
Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	1,36...1,51	1,51
Содержание воды, % по массе	≤68	≤59
Na <sub>2</sub> O:SiO <sub>2</sub>	1:1,17...3,5	1:2,5...2,8
SiO <sub>2</sub> , % по массе	21,5...33	30...33
Na <sub>2</sub> O, % по массе	7...13,5	11...13

Для приготовления ячеистого бетона использована вода, пригодная для питья, кислотность – 7,8 рН. Технические свойства воды соответствует ГОСТ 23732-79.

В качестве вяжущего использован портландцемент Топкинского цементного завода ПЦ-500-Д20, ГОСТ 10178-85 [2].

В результате эксперимента получен оптимальный состав (таблица 4).

Таблица 4 – Расход сырьевых материалов на 1 м<sup>3</sup> пенобетона

Наименование материала	Расход на 1 м <sup>3</sup> смеси	
	Кг	%
Цемент	228,6	25,58
Зола	317,5	35,54
Жидкое стекло	1,7	0,19
Пенообразователь	1	0,112
Добавка С-3	1,7	0,19
Вода	343	38,388
Σ	893,5	100

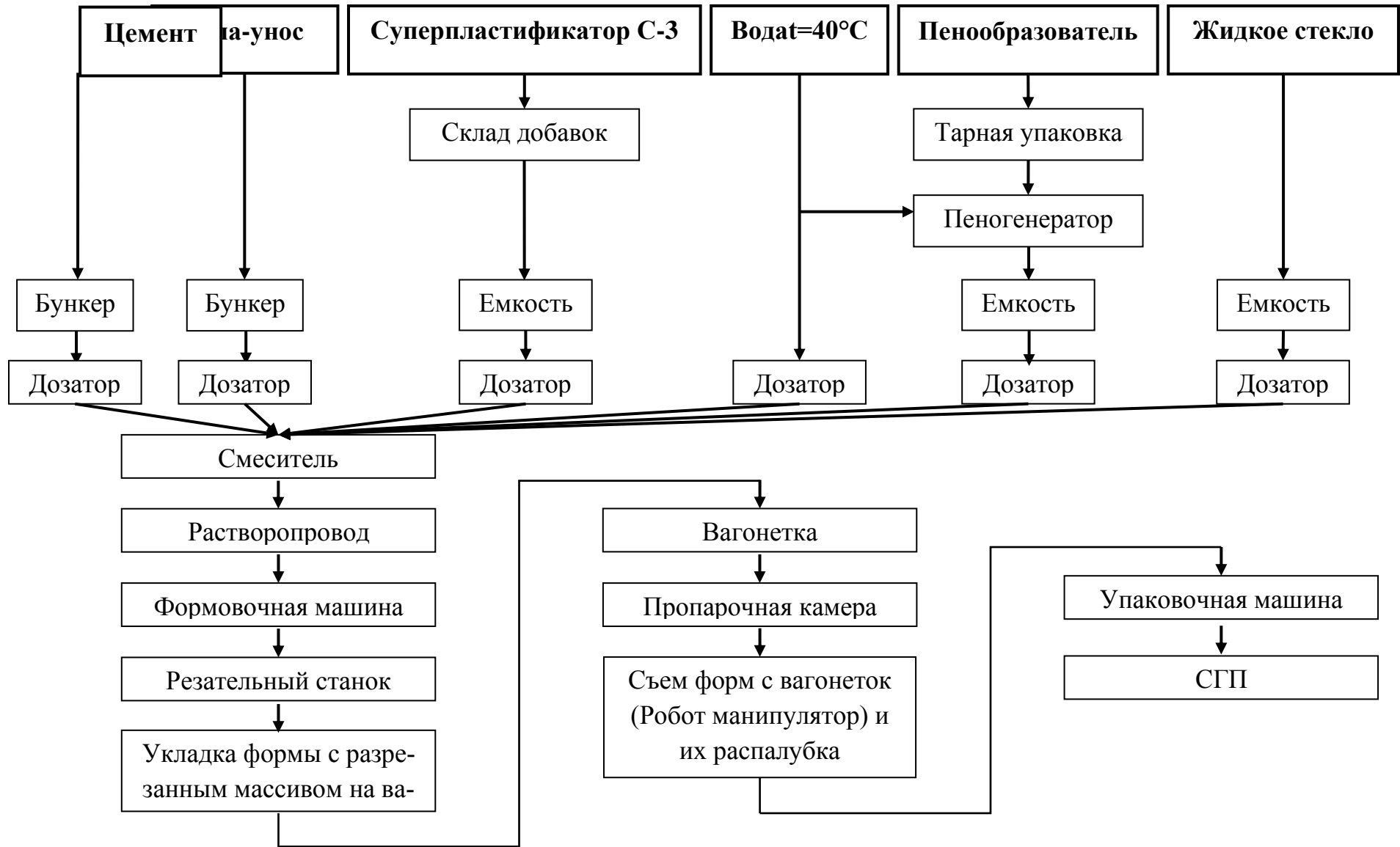


Рисунок 1 - Технологическая схема производства стеновых блоков размером 600x300x200 мм

Составлена технологическая схема производства стеновых блоков размером 600x300x200 мм (рисунок 1). Все компоненты из емкостей для хранения подаются в автоматические дозаторы АВДЦ-2400 и АВДЖ-2400. Затем дозируются в турбулентный смеситель РТ-1800. Смесь подается по растворопроводу в формовочную машину, где происходит формование большого массива объемом 10-12 м<sup>3</sup>, высотой до 2 м. После того, как бетон наберет структурную прочность 0,02...0,05 МПа, массив разрезают в горизонтальном и вертикальном направлениях на прямоугольные элементы размером 600x300x200 на резательном станке. Далее формы с разрезанным массивом укладывают на вагонетку размером 3150x1650x400 и отправляют в пропарочную камеру (ТВО проходит при нормальном атмосферном давлении пара, температуре среды от 60 до 100 °С, в течение 5...8 часов). Готовые изделия упаковывают по 50 штук на поддоне и отправляют на склад готовой продукции.

Получены изделия марки D600, средняя плотность=600 кг/м<sup>3</sup>, т.е. данные изделия относятся к группе конструкционно-теплоизоляционных.

Пенобетонные блоки имеют следующие физико-механические характеристики: марка по средней плотности – D600, класс прочности на сжатие – В2,5, прочность при сжатии R<sub>сж</sub> = 5-7 МПа, прочность на растяжение при изгибе R<sub>изг</sub> = 0,7 МПа, морозостойкость – F35, теплопроводность – 0,14 Вт/(м °С); Данные физико-механические характеристики соответствуют ГОСТ Р 51263-2012.

*Вывод:* Изучены основные свойства сырьевых материалов: зола-унос, как заменитель традиционного песка; пенообразователь ПБ-2000; стабилизатор пены - жидкое растворимое стекло; суперпластификатор С-3; вяжущее - ПЦ М500.

Разработана технологическая схема производства пеноблоков размером 600x300x200 агрегатно-поточным способом.

Полученные блоки имеют прочность В2,5 (М35); марка стеновых блоков по средней плотности D600; прочность при сжатии R<sub>сж</sub>=5-7 МПа; прочность на растяжение при изгибе R<sub>изг</sub> = 0,7 МПа; морозостойкость - F35; теплопроводность - 0,14 Вт/(м °С). Получен конструктивно-теплоизоляционный стеновой материал.

#### Библиографический список

1. 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.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб. для вузов / А.В. Волженский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / В.Ф. Панова. – Новокузнецк: СибГИУ, 2009. – 289 с.

**ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ  
ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ  
«ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»**

**Захаров А.О.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А,  
канд. техн. наук Котова Н.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: el.alesh14@yandex.ru*

В статье представлены разработанные совместно со студентами Архитектурно-строительного института СибГИУ алгоритмы расчета прочности изгибаемых железобетонных элементов прямоугольного и таврового сечений, приведено обоснование использования алгоритмов в учебном процессе и в реальном проектировании.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, алгоритмы расчета прочности, изгибаемые элементы.

В условиях компетентного подхода к качеству подготовки выпускников, в результате освоения программы высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 08.03.01 Строительство у выпускника должны быть сформированы общекультурные, общепрофессиональные и профессиональные компетенции, соответствующие изыскательской и проектно-конструкторской деятельности [1].

Процесс изучения дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции» направлен на формирование следующих профессиональных компетенций, соответствующих изыскательской и проектно-конструкторской деятельности [2]:

- владение технологией проектирования деталей и конструкций в соответствии с техническим заданием с использованием универсальных и специализированных программно-вычислительных комплексов и систем автоматизированного проектирования;

- способность проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, разрабатывать проектную и рабочую техническую документацию, оформлять законченные проектно-конструкторские работы, контролировать соответствие разрабатываемых проектов и технической документации заданию, стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам [1].

При овладении методами проектирования железобетонных конструкций, прежде чем использовать системы автоматизированного проектирования, обучающимся необходимо изучить четкую последовательность действий при подборе арматуры или при проверке несущей способности сечений [2, 3].

Однако, с введением дистанционных образовательных технологий, наблюдается перераспределение учебной нагрузки между контактной работой преподавателя со студентом и самостоятельной работой студентов в пользу последней. В этих условиях немаловажным является как можно более наглядно и компактно донести до обучающихся информацию, позволяющую освоить компетенции, необходимые для решения профессиональных задач [4].

В настоящее время при изучении дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции» нами успешно применяются разработанные совместно со студентами алгоритмы расчета прочности нормальных [2] и наклонных [3] сечений изгибаемых железобетонных элементов, позволяющие произвести расчет требуемого количества продольной или поперечной рабочей арматуры, исходя из требований первой группы предельных состояний [5], выполнить проверку прочности расчетного нормального сечения.

Ниже представлен алгоритм подбора продольной рабочей арматуры в изгибаемом железобетонном элементе таврового сечения (рисунок 1) [2]:

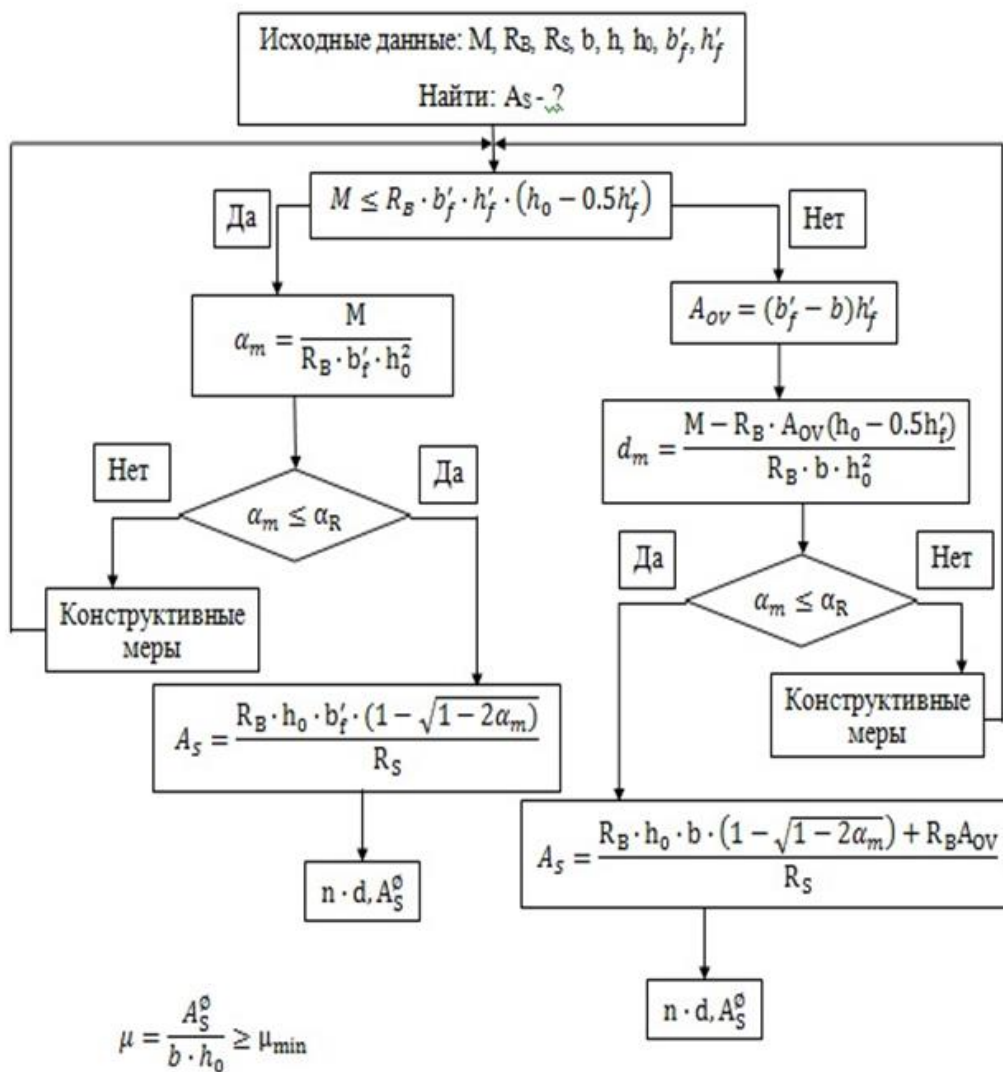


Рисунок 1 - Алгоритм подбора продольной рабочей арматуры в изгибаемом железобетонном элементе таврового сечения



Алгоритмы разработаны для наиболее применяемых элементов прямоугольного и таврового сечений. При разработке алгоритмов приняты положения и допущения метода предельных состояний [2, 5]. Кроме этого, учтены ограничения: предельное состояние элемента в третьей стадии напряженно-деформированного состояния должно наступать одновременно с достижением в растянутой арматуре напряжения, равного расчетному сопротивлению арматуры растяжению. Ограничение характеризуется условием: относительная высота сжатой зоны бетона не должна превышать граничное значение.

Разработанные алгоритмы применяются для обучающихся всех форм обучения как во время аудиторных занятий, так и рекомендуются для самостоятельной работы студентов: при решении задач, выполнении курсовых проектов и выпускных квалификационных работ. Алгоритмы могут использоваться и при реальном проектировании.

Применение алгоритмов расчета позволяет преподавателю оптимизировать учебный процесс, а обучающимся - овладеть методами проектирования железобетонных конструкций и сформировать навыки в области будущей профессиональной деятельности.

#### Библиографический список

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования. Уровень бакалавриат. Направление 08.03.01 Строительство. Утвержден Приказом Минобрнауки России от 12.03.2015 г. №201.

2. Алешина Е. А. Применение алгоритмов расчета прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины "Железобетонные и каменные конструкции" / Е. А. Алешина, Н. М. Саломатин, Д. Н. Алешин // Новая наука: теоретический и практический взгляд : международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции. – Стерлитамак: АМИ, 2016. – Ч. 2. - С. 156-159.

3. Алешина Е. А. Применение алгоритмов расчета прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины "Железобетонные и каменные конструкции" / Е. А. Алешина, Н. С. Белоусов, Д. Н. Алешин // Новая наука: от идеи к результату : международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции. – Стерлитамак : АМИ, 2016. – Ч. 2. - С. 132-135.

4. Поправка И. А. Разработка алгоритмов расчета изгибаемых железобетонных элементов по деформациям / И. А. Поправка, А. Ю. Борец, Е. А. Алешина // Наука и инновации в современных условиях : сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа : Аэтерна, 2017. – Ч. 3. - С. 73-77.

5. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003. Утвержден Приказом Минрегион России от 29.12.2011 г. №635/8 и введен с 01.01.2013 г.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ЦЕХА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

**Волостных А.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

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

В статье рассмотрены особенности конструирования и расчета одноэтажных промышленных зданий из сборных железобетонных конструкций с разным шагом колонн по крайнему и среднему ряду на примере здания кузнечно-штамповочного цеха в г.Новокузнецке.

Ключевые слова: одноэтажные промышленные здания, сборные железобетонные конструкции, шаг колонн, кузнечно-штамповочный цех.

Цех представляет собой одноэтажное промышленное здание из железобетонных конструкций, оборудованное шестью мостовыми кранами грузоподъемностью 20 тонн и 30 тонн. Здание состоит из трех пролетов, два из которых равны по высоте и размерам в плане (рисунок 1), третий расположен перпендикулярно и имеет большую высоту. Шаг колонн по крайнему ряду 6 метров, по среднему - 12 метров.

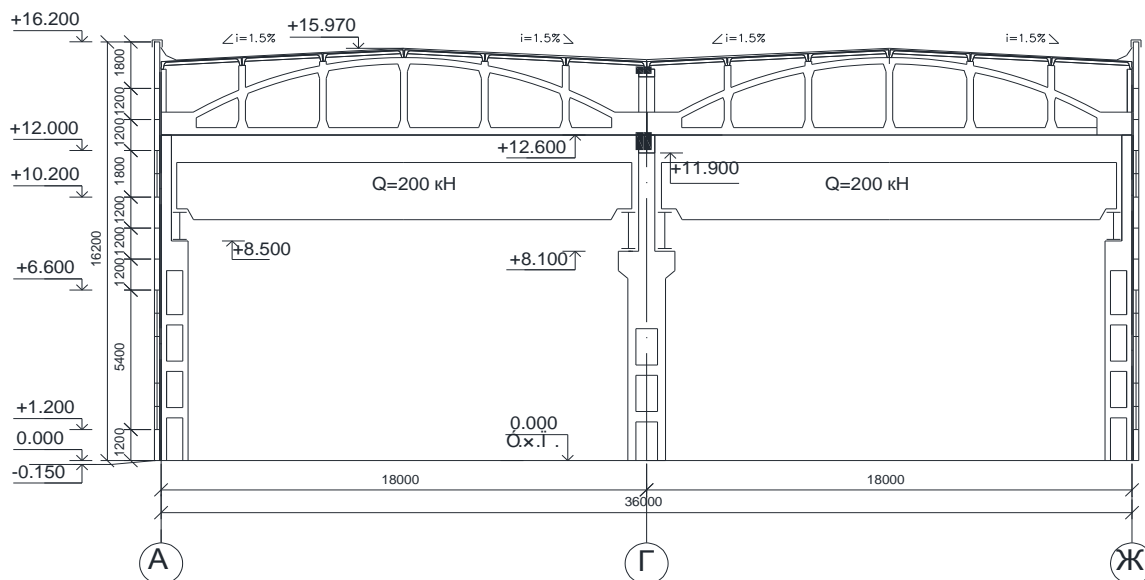


Рисунок 1 – Поперечный разрез здания

Конструктивная схема здания каркасная. В связи с тем, что шаг колонн крайних и среднего рядов различен, в расчетную схему включена условная «рама-блок». В «раму-блок» входят по две колонны крайних рядов и одна колонна среднего ряда. При сборе нагрузок, определении моментов инерции сечений колонн, а также и непосредственно при статическом расчете услов-

ной «рамы-блок» по крайним рядам учитываются по две колонны, но при подборе продольной арматуры для колонн этих рядов расчетные усилия  $M$  и  $N$  уменьшаются вдвое.

Пространственную жесткость каркаса в поперечном направлении обеспечивают поперечные рамы с жестким защемлением колонн в фундаментах и шарнирным сопряжением ригелей с колоннами (рисунок 1).

В продольном направлении устойчивость каркаса обеспечивают продольные рамы, система связей и жесткий диск покрытия. В зданиях с мостовыми кранами вертикальные связи по колоннам устраиваются всегда и размещаются в одном шаге каждого ряда колонн посередине температурного блока на высоту от пола до низа подкрановых балок.

Особенности конструирования (рисунок 1):

1. По среднему ряду колонн используются подстропильные конструкции в качестве промежуточной опоры.
2. Отметка верха колонны по среднему ряду ниже отметки по крайнему ряду на высоту подстропильной конструкции.
3. Подкрановые балки по крайнему и среднему рядам колонн применяются с разной высотой поперечного сечения.
4. Отметка подкрановой консоли (ступени) по среднему ряду ниже, чем по крайнему, на разницу высот поперечных сечений подкрановых балок.

Особенности расчета условной «рамы-блок»:

1. Сбор нагрузок (кроме крановых) на крайние и средние колонны осуществляется с шага 12 м.
2. Линия влияния опорной реакции подкрановой балки по крайнему ряду колонн имеет специфический вид (рисунок 2).
3. Геометрические характеристики крайних колонн удваиваются.
4. Полученные в результате расчета усилия в расчетных сечениях крайних колонн делятся пополам.

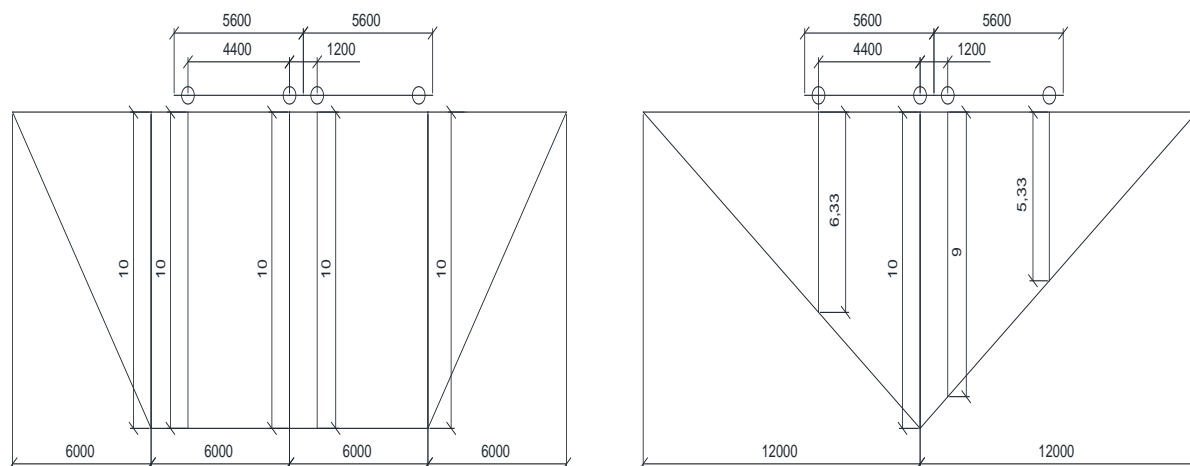


Рисунок 2 – Линии влияния опорной реакции подкрановой балки по крайнему ряду колонн (слева) и по среднему ряду колонн (справа)

## Библиографический список

1. Железобетонные и каменные конструкции : Учеб. для строит. спец. вузов / В.М. Бондаренко, Р.О. Бакиров, В.Г. Назаренко, В.И. Римшин; под ред. В.М. Бондаренко. – 5-е изд., стер. – М. : Высш. шк., 2008. – 887 с. : ил.
2. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. – М. : СИ, 1991. – 767 с., ил.
3. СП 20.13330.2012. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М., 2011. – 50 с.
4. Архипова А. С. Конструирование железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий с учетом особенностей объемно-планировочных решений / А. С. Архипова ; науч. рук.: Е. А. Алешина, Д. Н. Алешин // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк : СибГИУ, 2016. – Вып. 20. – Ч. 5. – С. 108-111.
5. Арсеньев С. В. Конструктивное решение покрытия здания ремонтного цеха с закрытой автостоянкой для автобусов в городе Киселевске / С. В. Арсеньев ; науч. рук.: Д. Н. Алешин, Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 20. – Ч. 5 : Технические науки. – С. 105-107.
6. Лазарева Е. В. Особенности конструктивных решений здания литейного цеха металлургического комбината в г. Новокузнецке / Е. В. Лазарева ; науч. рук.: Д. Н. Алешин, Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4 : Естественные и технические науки. – С. 190-192.
7. Алешин Н.Д. Проектирование конструкций цеха ремонта металлургического оборудования в городе Гурьевске с использованием информационных технологий / Н.Д. Алешин и др. // Эффективные строительные конструкции : теория и практика: сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012.– С. 6-8.
8. Проклушина Д. Е. Проектирование здания ремонтного цеха пассажирского автопредприятия в г. Новокузнецке с учетом климатических особенностей / Д. Е. Проклушина ; науч. рук.: Д. Н. Алешин, Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4 : Естественные и технические науки. – С. 196-198.
9. Бачаева А. Н. Особенности проектирования железобетонных колонн промышленных зданий с учетом конструктивных решений / А. Н. Бачаева ; науч. рук.: Е. А. Алешина // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире : сборник статей международной научно-практической конференции. – Екатеринбург, 2017. – Ч. 2. – С. 8-11.

## **ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЗДАНИЯ ДЕТСКОГО САДА НА 6 ГРУПП В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ**

**Губко В.П.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

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

В статье рассмотрены особенности конструктивных решений здания детского сада.

Ключевые слова: гражданские здания, детский сад на 6 групп, железобетонные конструкции.

Здание запроектировано простой формы в плане, представляющей собой прямоугольный блок. Размеры здания в осях составляют 24х24 метра. Запроектировано здание в сейсмостойком варианте в сборно-монолитном исполнении.

По конструктивной схеме здание является каркасным, с полным каркасом (с навесными наружными стенами). Несущая система в поперечном направлении образована плоскими рамами, состоящими из колонн, ригелей и отдельных фундаментов. В продольном направлении поперечные рамы соединены между собой ригелями. На ригели поперечных рам опираются круглопустотные плиты перекрытий.

Пространственная жесткость каркаса обеспечивается жесткостью всех узлов рам в поперечном и продольном направлениях, то есть конструктивная схема каркаса – рамная.

Фундаменты – на свайном основании, сборные железобетонные под каждую колонну каркаса, стаканного типа. В качестве наружного стенового ограждения приняты трехслойные панели, которые навешиваются на несущий каркас здания. Цоколь – из цокольных железобетонных панелей, облицованных керамической плиткой в заводских условиях. Перегородки – из гипсобетонных панелей, толщиной 80 мм. Перекрытие – из сборных железобетонных многопустотных плит. Лестницы – из сборных железобетонных лестничных маршей. Полы в холлах и коридорах – ламинат. В санузлах, в медицинской комнате, в душевой – керамическая плитка. Окна – индивидуальные из ПВХ. Двери наружные – металлические. Двери внутренние – деревянные, шпонированные.

Плита перекрытия изготовлена из тяжелого бетона класса В20. Армируется сетками в полках и каркасами в ребрах. Для подъема предусмотрены монтажные петли. Расчетная схема плиты в стадии эксплуатации представлена на рисунке 1.

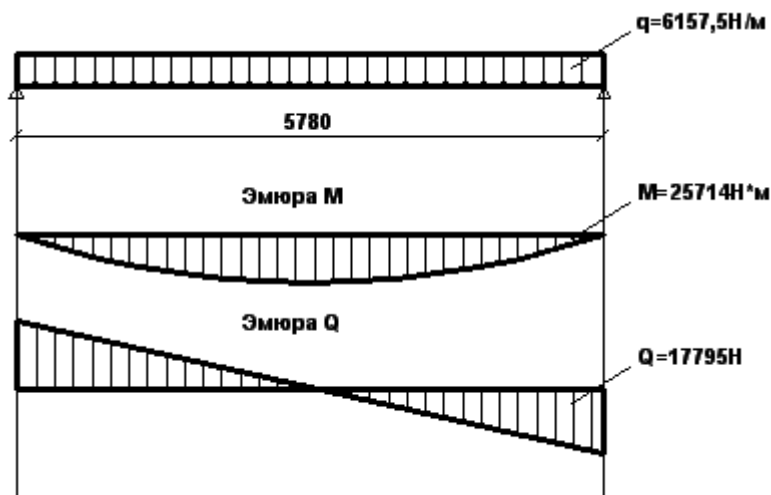


Рисунок 1 – Расчетная схема плиты перекрытия в стадии эксплуатации, эпюра изгибающих моментов и эпюра поперечных сил

Для подбора рабочей арматуры ригелей и колонн произведен расчет поперечной рамы здания в ПК SCAD с учетом сейсмических воздействий. При расчете сейсмичность площадки строительства принята 8 баллов.

Расчетная схема поперечной рамы здания представлена на рисунке 2.

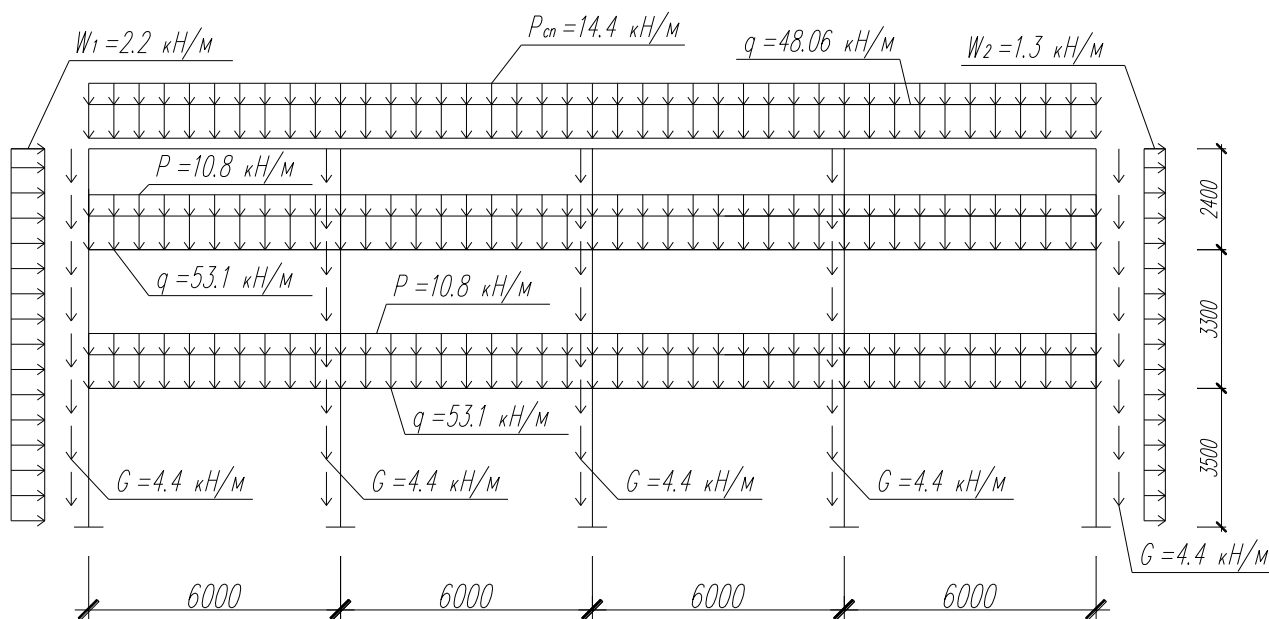


Рисунок 2 – Расчетная схема поперечной рамы здания

Ригель таврового сечения, армируется продольной рабочей арматурой класса А400 и поперечными хомутами класса А240. Для устройства жестких стыков ригеля с колонной на строительную площадку поставляются отдельные стержни, которые привариваются на монтаже к выпускам арматуры из ригеля и колонны, стык замоноличивается. Колонна армируется пространственными каркасами. В уровне перекрытия предусмотрены закладные детали для крепления ригелей.

## Библиографический список

1. Железобетонные и каменные конструкции : Учеб. для строит. спец. вузов / В.М. Бондаренко, Р.О. Бакиров, В.Г. Назаренко, В.И. Римшин; под ред. В.М. Бондаренко. – 5-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 887 с.: ил.
2. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. Общий курс. – М. : СИ, 1991. – 767 с., ил.
3. СП 20.13330.2012. Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М., 2011. – 50 с.
4. Спартак И.Д. Архитектурные и конструктивные решения двенадцатиэтажного жилого дома в городе Новокузнецке / И. Д. Спартак ; науч. рук. Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4. – С. 180-183.
5. Силантьева А.А. Косвенное армирование несущих конструкций цеха металлических конструкций в г. Новокузнецке / А.А. Силантьева ; науч. рук.: Д.Н. Алешин, Е.А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4. – С. 196-198.
6. Обанин А.А. Восемнадцатипятиэтажный сборно-монолитный жилой дом в г. Новокузнецке / А.А. Обанин; науч. рук. Е.А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4. – С. 174-177.
7. Маметьев В.О. Особенности расчета и армирования монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске / В.О. Маметьев, Е.А. Алешина, Н.Н. Алешин // Научные преобразования в эпоху глобализации: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – Ч. 3. - С. 84-86.
8. Алешина Е.А. Применение алгоритмов расчета прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины "Железобетонные и каменные конструкции" / Е.А. Алешина, Н.М. Саломатин, Д.Н. Алешин // Новая наука: теоретический и практический взгляд : международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции, г. Нижний Новгород, 14 мая 2016 г. – Стерлитамак : АМИ, 2016. – Ч. 2. - С. 156-159.
9. Алешина Е.А. Применение алгоритмов расчета прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины "Железобетонные и каменные конструкции" / Е.А. Алешина, Н.С. Белоусов, Д.Н. Алешин // Новая наука: от идеи к результату: международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции, Сургут, 29 мая 2016 г. – Стерлитамак: АМИ, 2016. – Ч. 2. - С. 132-135.

## **ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ ЗДАНИЙ**

**Денисова А.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк, e-mail: aleo2001@yandex.ru*

Уменьшение массы железобетонных конструкций является одной из основных тенденций в строительстве. Это позволяет уменьшить объем материала, его добычи, переработки, транспортировки и монтажа. В данной статье рассмотрен один из путей решения данной проблемы – применение тонкостенных пространственных конструкций – панелей-оболочек КЖС.

Ключевые слова: пространственные конструкции, панель-оболочка КЖС, большепролетные конструкции покрытий.

В настоящее время идет активное строительство зданий, для которых необходимость максимального использования внутреннего пространства играет решающую роль. Такая необходимость может быть обусловлена особенностями технологического процесса для производственных зданий, либо вопросом о создании комфортных условий в залах общественных зданий, где обеспечение требований акустики, изоляции от других помещений и окружающей среды имеет определяющее значение.

Существует множество вариантов большепролетных конструкций покрытия. При выборе материала для большепролетных конструкций необходимо отдавать предпочтение тому, который в конкретных условиях строительства наилучшим образом отвечает поставленной задаче.

Среди сборных железобетонных пространственных конструкций, наиболее известными являются: цилиндрические оболочки (короткие и длинные), волнистые своды-оболочки, короткие призматические складки, сферические купола, оболочки положительной гауссовой кривизны, круглые в плане висячие шатровые покрытия.

В данной статье рассмотрен один из наиболее популярных видов тонкостенных пространственных конструкций – панели-оболочки КЖС. Рабочие чертежи панели-оболочки КЖС разработаны НИИЖБ и ЭКБ ЦНИИСК Госстроя СССР. Существуют типовые серии на панели КЖС – серия 1.465.1 (для панелей размером 3×18 м) и ХТ 5-88 (для панелей размером 3×24 м). Рекомендации по расчету панели КЖС приведены в [1].

Панели-оболочки КЖС (крупноразмерные, железобетонные, сводчатые) согласно руководству, предназначаются для покрытий одно- и многоэтажных зданий различного назначения с пролетами 12, 18 и 24 м, с фонарями и без них, бескрановых, а также оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т или подвесным транспортом грузоподъемностью до



5 т. В составе покрытия панели КЖС опираются на продольные балки пролетами 6–12 м, установленные по колоннам.

Панели КЖС имеют ряд преимуществ перед другими конструкциями покрытий: они экономичны, в силу того, что имеют небольшой собственный вес при значительной перекрываемой площади, обеспечивают пространственную жесткость покрытия, исключают необходимость постановки связей по покрытию, позволяют увеличить скорость монтажа.

К недостаткам таких панелей можно отнести усложнение устройства внутренних коммуникаций в уровне покрытия, а также сложности с применением панелей КЖС из-за того, что для их изготовления необходимы габаритные стендовые установки, которыми оснащены далеко не все заводы, занимающиеся производством железобетонных изделий. Однако данная проблема решается благодаря существованию организаций, оказывающих услуги по транспортированию конструкций в любую точку России.

Конструктивное решение панелей-оболочек позволяет использовать пространственную работу конструкции. Поскольку стрела подъема панелей невелика, покрытия являются очень пологими. Средний уклон покрытия – 7...9 % при максимальной величине у ендовы 14...18 %. Все это позволяет механизировать кровельные работы и организовать надежный отвод воды с крыши. Небольшая строительная высота панелей дает возможность значительно снижать высоту стен здания. По сравнению с сегментными фермами это снижение составляет 1...1,5 м по продольным стенам и 2...2,5 м – по торцевым.

Применение панелей КЖС вместо традиционных плоскостных конструкций покрытия позволяет экономить 20...30 % стали и бетона. Вследствие укрупнения монтажных элементов сокращаются затраты на монтаже в 1,5...2 раза (при учете затрат только на элементы покрытия).

Рассмотрим конструктивные особенности данной пространственной конструкции на конкретном примере.

В составе проекта производственного корпуса завода железобетонных изделий в г. Кемерово в качестве несущих и ограждающих конструкций покрытия приняты панели-оболочки КЖС размером в плане 3×24 м. Высота панели составляет 1200 мм.

Панель КЖС представляет собой цилиндрическую пологую предварительно напряженную свод-оболочку с двумя ребрами-диафрагмами сегментного очертания (рисунок 1).

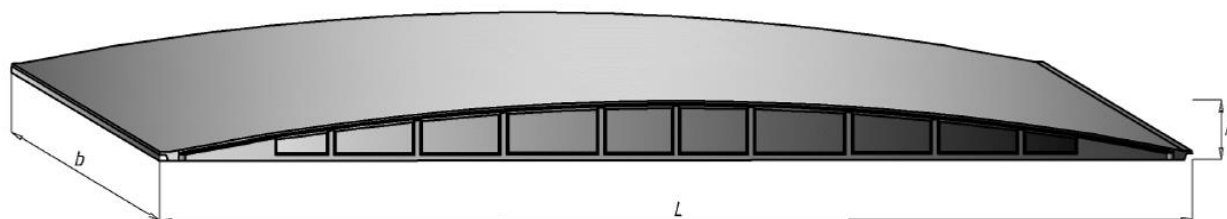


Рисунок 1 – Панель-оболочка КЖС

Расчет панели выполнен с учетом ее пространственной работы, то есть как для цилиндрического свода, работающего под нагрузкой совместно с диафрагмами. При расчете принято, что вдоль горизонтальной оси действует лишь продольное сжимающее усилие, а поперек образующей свода действуют только изгибающие моменты и поперечные силы.

Для панели КЖС принят легкий бетон класса В35. С учетом особенностей технологического процесса (в формовочном цехе происходит пропаривание железобетонных изделий, что создает агрессивные условия эксплуатации строительных конструкций), часть панелей запроектирована из жаростойкого бетона класса ВR P B35 И3.

Рабочая напрягаемая арматура класса А800 располагается в нижней утолщенной зоне диафрагм. В панели КЖС данная арматура выполняет роль затяжки. В опорных узлах предусматриваются стальные анкерные детали. Способ натяжения арматуры – электротермический. Натяжение арматуры осуществляется на упоры стенда. Оболочка армируется по расчету сварными рулонными сетками с поперечной рабочей арматурой класса А400. Диафрагмы армируют сварными каркасами из проволоки класса В500 только в приопорных зонах, а на остальной части пролета в ребрах диафрагм устанавливают стержни-подвески.

Для перевозки данного вида изделий используется специализированный транспорт – негабаритный 24-метровый панелевоз. Перевозка плит-оболочек КЖС возможна только с машиной-сопровождением.

Монтаж панелей КЖС производят гусеничным краном. Панели предварительно подают в пролет или непосредственно к моменту подъема под кран. Строповку плит осуществляют траверсой за 4 точки. После установки панели ее приваривают к закладным элементам на подстропильной балке.

Таким образом, можно сделать вывод, что применение панелей КЖС позволяет уменьшить расход материалов на покрытие за счет исключения стропильных конструкций, а также за счет того, что менее нагруженные плиты работают с большим пролетом, а более нагруженные продольные конструкции – с меньшим пролетом.

#### Библиографический список

1. СП 52-117-2008\*. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Методы расчета и конструирование (с изменениями и дополнениями).
2. Алешин Н. Д. Применение панелей-оболочек КЖС в проекте производственного корпуса ЗЖБИ в г. Кемерово / Н. Д. Алешин и др. // Эффективные строительные конструкции : теория и практика : сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 10-13.

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОДНОЭТАЖНОГО ТРЕХПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ СО СВЕТОАЭРАЦИОННЫМИ ФОНАРЯМИ**

**Курлыкова Е.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк, e-mail: e\_kur@inbox.ru*

В данной статье анализируются особенности проектирования промышленного здания со светоаэрационными фонарями. Рассмотрена конструкция фонаря. Приведены особенности расчетов рамы промышленного здания в г. Кемерово при наличии светоаэрационного фонаря.

Ключевые слова: светоаэрационный фонарь, промышленное здание, сбор нагрузок, расчет рамы, особенности проектирования.

Для освещения удаленных от окон рабочих мест и для аэрации (вентиляции) помещений в производственных зданиях устраивают фонари. По назначению фонари бывают световые, аэрационные и смешанного типа (светоаэрационные).

Для проекта цеха по ремонту электрооборудования в г. Кемерово выбран светоаэрационный фонарь в среднем пролете шириной 6 м.

Светоаэрационный фонарь состоит из несущих и ограждающих конструкций. Несущие конструкции фонаря имеют вид рам. Рамы выбираются исходя из вида несущих конструкций покрытия (при железобетонных балках и фермах зданий – стальные или железобетонные; при стальных фермах – стальные; при деревянных фермах и балках – деревянные). В данном конкретном случае выбраны стальные рамы.

К несущим стальным конструкциям прямоугольных фонарей относят фонарные панели, фонарные фермы, панели торцов фонарей и связи.

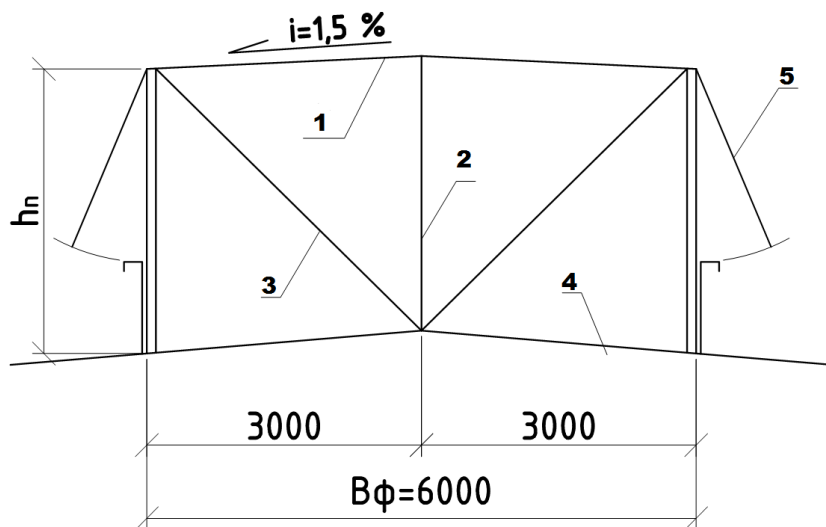
Фонарные фермы и панели торцов фонарей устанавливаются с опиранием на стропильные конструкции. Они имеют ширину 6 м и состоят из стеновых стоек, горизонтальных элементов и раскосов.

Несущие конструкции фонарей изготавливают из холодногнутого или горячекатаных швеллеров и уголков. Крепление их к фермам и балкам покрытия производят болтами и сваркой.

Ограждающие части прямоугольного фонаря состоят из покрытия, бортовых элементов, остекленных поверхностей и торцевых стенок. Покрытие фонаря имеет конструкцию аналогичную покрытию производственного здания. Водоотвод с покрытия фонаря – неорганизованный при уклоне равном 1,5% вне зависимости от уклона стропильных конструкций.

Пространственную устойчивость каркаса фонаря обеспечивают горизонтальные связи по верху фонаря и вертикальные связи между фонарными

фермами. Как правило, это крестообразные связи, устанавливаемые в крайних панелях, у деформационных швов, а в плоскости ригелей поперечных рам – распорки [1, стр.62-64].



1 –ригель из двух швеллеров, 2- стойка из двух уголков, 3 - раскос из двух уголков, 4 – верх несущей конструкции покрытия, 5 – остекленный переплет фонаря

Рисунок 1 – Схема светоаэрационного фонаря

В расчете рамы промышленного здания со светоаэрационными фонарями возникает необходимость учета влияния наличия фонаря при сборе нагрузки.

Расчетная нагрузка от веса покрытия на среднюю колонну при этом будет содержать в себе дополнительно вес от фонаря:

$$P_{\text{фонарь}} = (0,5 \cdot P_{\text{фон.фер}} + P_{\text{перепл}} \cdot B) \cdot \gamma_n \cdot \gamma_f,$$

где  $P_{\text{фон.фер}}$  - вес фонарной фермы;

$P_{\text{перепл}}$  - вес переплета фонаря;

$B$  – шаг колонн;

$\gamma_n$  – коэффициент надежности по назначению зданий и сооружений;

$\gamma_f$  – коэффициент надежности по нагрузке.

За счет разности от нагрузки на колонну слева и справа возникает дополнительный момент в средней колонне.

При сборе ветровой нагрузки, согласно [2, С.55] аэродинамический коэффициент  $C_e$  определяется по таблицам исходя из уклона. Так как уклон постоянный и равен 1,5 %, то, в пределах высоты фонаря, аэродинамический коэффициент равен:

- для наветренной стороны -0,7;
- для подветренной стороны -0,6.

Для сбора снеговой нагрузки предусмотрены две схемы для зон А и С, согласно которым необходимо определить коэффициент перехода от веса снегового покрова земли на покрытие ( $\mu$ ), для нахождения расчетного значения снеговой нагрузки.

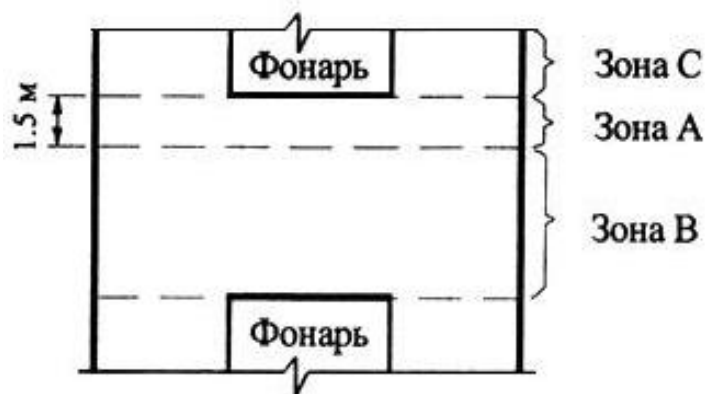


Рисунок 2 – Схема здания с продольными фонарями к расчету снеговой нагрузки

#### Библиографический список

1. Курсовое проектирование производственных зданий [Текст] : методические указания для бакалавров, обучающихся по направлению «Строительство» / Российский университет дружбы народов ; сост.: Ю. В. Николенко [и др.]. – Москва : Издательство Российского университета дружбы народов, 2012. – 100 с.
2. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. – Москва: Госстрой России, 2011. – 104 с.
3. Алешин Н.Д. Проектирование конструкций цеха ремонта металлургического оборудования в городе Гурьевске с использованием информационных технологий/ Н.Д. Алешин и др.// Эффективные строительные конструкции: теория и практика : сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Пенза: Приволжский Дом знаний, 2012.– С. 6-8.
4. Лазарева Е.В. Особенности конструктивных решений здания литейного цеха металлургического комбината в г. Новокузнецке / Е. В. Лазарева ; науч. рук.: Д.Н. Алешин, Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых– Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4: Естественные и технические науки.– С. 190-192.
5. Проклушина Д.Е. Проектирование здания ремонтного цеха пассажирского автопредприятия в г. Новокузнецке с учетом климатических особенностей / Д.Е. Проклушина; науч. рук.: Д.Н. Алешин, Е.А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4: Естественные и технические науки. – С. 196-198.

## **ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИЛОГО ДОМА СО ВСТРОЕНО-ПРИСТРОЕННЫМ БЛОКОМ В г.НОВОКУЗНЕЦКЕ**

**Леонов В.А.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,  
канд. техн. наук Алешин Д.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: el.alesh14@yandex.ru*

В статье представлены архитектурно-планировочные и конструктивные решения ширококорпусного жилого дома со встроенно-пристроенным блоком.

Ключевые слова: жилой дом, встроенно-пристроенный блок, крупнопанельный ширококорпусный дом.

Жилой дом представляет собой девятиэтажный крупнопанельный ширококорпусный дом системы «Madina», с размерами в плане 24x22,5 м (в крайних осях) и раскладкой осей по внутренним несущим панелям 4,5-4,5-6,0-4,5-4,5 м по осям цифровым и 4,5-4,5-4,5-4,5-4,5 м по осям буквенным. Ширококорпусные многоквартирные дома этой системы проектировались с расчетом на использование существующей базы индустриального домостроения. Применение таких домов позволяет дать экономию территории жилой застройки, уменьшение на 20...25 % площади наружных стен на единицу общей площади жилья и снижение эксплуатационных расходов на отопление на 30...40 %. В предлагаемом варианте дома представлен набор от двухкомнатных до 5-7-комнатных квартир, при этом многокомнатные квартиры проектируются в двух уровнях.

Одним из достоинств дома является поэтажный приквартирный холл (бескоридорная система), изолированный от лестнично-лифтового узла. Особое внимание уделено функциональному зонированию квартиры: гостевая зона (прихожая + гостиная + санузел для гостей + холл) и семейная зона (жилые комнаты + семейный санузел + холл). Кухня-столовая является связующим звеном между зонами. Все квартиры имеют летнее помещение – балкон. Дом обеспечен всеми видами инженерного оборудования. Вертикальный транспорт – лифт, грузоподъемностью 630 кг, мусоропровод. Все квартиры обеспечены минимальным, но достаточным уровнем внутренней отделки – водоэмульсионная окраска, обои, в санузлах и в кухне-столовой по фронту кухонного оборудования – керамическая глазурованная плитка.

Пристроенный блок представляет собой два здания офисного типа с каркасной несущей системой. Пристроенный блок также обеспечен всеми видами инженерного оборудования. Внутренняя отделка блока – водоэмульсионная окраска стен, гипсокартонных перегородок и потоков; пол – кера-

мическая плитка.

Ширококорпусный крупнопанельный жилой дом запроектирован с перекрестно-стеновой конструктивной системой в изделиях компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ), выпускаемых заводом крупнопанельного домостроения (ЗКПД-2) г.Новокузнецка для районов сейсмичностью 8 баллов.

Конструктивная схема жилого дома решена с поперечными и продольными несущими стенами, с опиранием плит перекрытия по контуру. Шаг поперечных стен 4,5 м, продольных – 4,5 м и 6 м. Жесткость здания обеспечивается совместной работой поперечных, продольных стен, горизонтальных диафрагм-перекрытий.

В целях обеспечения монолитности сопряжений конструкций здания, равномерной передачи усилий в стыках и включения несущих наружных стен в статическую работу приняты шпоночные соединения между наружными, внутренними стенами, а в уровнях перекрытий устанавливаются анкерные металлические крепления.

Фундаменты – монолитный железобетонный ростверк на сваях-стойках из тяжелого бетона класса В25. Цокольные наружные стены – железобетонные трехслойные панели толщиной 400 мм. Перекрытия – сборные железобетонные плиты толщиной 160 мм. Наружные стены – трехслойные панели толщиной 400 мм из тяжелого бетона класса В22,5 с гибкими связями.

Внутренние стены – сборные железобетонные панели толщиной 160 мм из тяжелого бетона класса В15, толщина панелей принята из условий прочности, огнестойкости и звукоизоляции. Для скрытой электропроводки предусмотрены каналы, образованные пластмассовыми трубами, закладываемыми при формировании на заводе. Перегородки – гипсокартон. Лестницы – сборные железобетонные лестничные площадки и марши. Лифтовые шахты – сборные железобетонные объемные элементы толщиной стенок 100 мм. Кровля – сборная железобетонная с внутренним водостоком.

Конструктивные решения пристроенных блоков:

Фундаменты – монолитный железобетонный ростверк на сваях-стойках из тяжелого бетона класса В25. Каркас пристроенных блоков: колонны изготовлены из стали марки С245, из двух швеллеров №24, соединенных планками, при помощи анкерных болтов база колонны крепится к ростверку; балки, опираемые на колонны, изготовлены из двутавра №25, сталь марки С245. Наружные стены – кирпичные, толщиной 500 мм. Перекрытия – сборные железобетонные плиты, толщиной 100 мм. Внутренние стены и перегородки – гипсокартон. Лестницы – наборные железобетонные ступени по металлическим косоурам. Кровля – трехслойная на битумной мастике.

#### Библиографический список

1. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*.
2. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.

3. Спартак И. Д. Архитектурные и конструктивные решения двенадцатиэтажного жилого дома в городе Новокузнецке / И. Д. Спартак ; науч. рук. Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4 : Естественные и технические науки. – С. 180-183.

4. Обанин А. А. Восемнадцатипятиэтажный сборно-монолитный жилой дом в г. Новокузнецке / А. А. Обанин ; науч. рук. Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г. – Новокузнецк : СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4 : Естественные и технические науки. – С. 174-177.

5. Алешина Е. А. Применение алгоритмов расчета прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины "Железобетонные и каменные конструкции" / Е. А. Алешина, Н. М. Саломатин, Д. Н. Алешин // Новая наука: теоретический и практический взгляд : международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции. – Стерлитамак : АМИ, 2016. – Ч. 2. - С. 156-159.

6. Алешина Е. А. Применение алгоритмов расчета прочности наклонных сечений изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины "Железобетонные и каменные конструкции" / Е. А. Алешина, Н. С. Белоусов, Д. Н. Алешин // Новая наука: от идеи к результату : международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции. – Стерлитамак : АМИ, 2016. – Ч. 2. - С. 132-135.

7. Маметьев В. О. Особенности расчета и армирования монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске / В. О. Маметьев, Е. А. Алешина, Н. Н. Алешин // Научные преобразования в эпоху глобализации : сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа : АЭТЕРНА, 2015. – Ч. 3. - С. 84-86.

8. Черных И. А. Применение промышленной серии 1.020.1-2с для проектирования жилых зданий в сейсмических районах / И. А. Черных ; науч. рук. Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010. – Ч. IV . – С. 131-133.



**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО  
СОСТОЯНИЯ МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ  
АДМИНИСТРАТИВНО-ГОСТИНИЧНОГО  
КОМПЛЕКСА В Г.НОВОСИБИРСКЕ**

**Маметьев В.О.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешин Н.Н.,  
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: el.alesh14@yandex.ru*

В статье представлены результаты исследования напряженно-деформированного состояния монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске. На основании анализа результатов расчета получено подтверждение основных положений метода предельного равновесия для безбалочных перекрытий.

Ключевые слова: напряженно-деформированное состояние, метод предельного равновесия, пластический шарнир.

В настоящее время возрастают объёмы монолитного домостроения, в связи с чем возникает необходимость углубленного исследования работы монолитных железобетонных конструкций.

Целью данной работы являлось исследование напряженно-деформированного состояния монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске.

Основные задачи работы:

- обзор конструктивных решений и методов расчёта монолитных перекрытий;
- разработка архитектурно-конструктивных решений административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске;
- расчёт монолитного перекрытия в программном комплексе SCAD;
- анализ напряжённо-деформированного состояния монолитного перекрытия.

В качестве объекта исследования было принято здание административно – гостиничного комплекса в г. Новосибирске. В процессе работы были разработаны объемно-планировочные и архитектурно-конструктивные решения здания [1].

Предмет исследования – железобетонное монолитное безбалочное перекрытие, опирающееся на монолитные железобетонные колонны без капителей.

Методы исследования:

- метод предельного равновесия, используемый для проектирования безбалочных перекрытий;
- программный комплекс SCAD.

Метод предельного равновесия основан на понятии пластического шарнира – зоны значительных пластических деформаций в сжатом бетоне и

растянутой арматуре. Метод используется при проектировании статически неопределимых железобетонных конструкций, позволяя перераспределять расчетные усилия и тем самым перераспределять количество рабочей арматуры между расчетными сечениями. Для ограничения пластических деформаций в бетоне сжатой зоны (чрезмерного раскрытия трещин) вводится ряд условий, в частности, ограничение относительной высоты сжатой зоны бетона в сечении с пластическим шарниром.

В результате расчета в ПК SCAD были получены схемы распределения расчётных усилий в монолитном перекрытии, схемы распределения деформаций, схемы армирования. В местах примыкания к колоннам был выполнен расчет плиты монолитного перекрытия на продавливание и принято армирование плиты в зоне продавливания дополнительными вертикальными стержнями [2].

На основании результатов расчёта в программном комплексе SCAD принято армирование плит перекрытия отдельными стержнями по верхним и нижним зонам. Произведён расчёт перемещений монолитного перекрытия под действием постоянной и временной нагрузки.

При исследовании напряженно-деформированного состояния монолитного перекрытия административно – гостиничного комплекса в г. Новосибирске были подтверждены следующие положения метода предельного равновесия для безбалочных перекрытий [3, 4]:

1. При полосовой нагрузке в предельном равновесии в безбалочном монолитном перекрытии в средних панелях образуются три линейных пластических шарнира, соединяющих звенья в местах излома, что подтверждается результатами расчёта в программном комплексе SCAD.

2. При сплошном загрузении в средних панелях возникают взаимно перпендикулярные и параллельные рядам колонн линейные пластические шарниры; при этом каждая панель делится пластическими шарнирами на четыре звена, вращающихся вокруг опорных линейных пластических шарниров, оси которых расположены в зоне продавливания обычно под углом  $45^0$  к рядам колонн, что подтверждается результатами расчёта в программном комплексе SCAD.

Результаты исследования позволяют сделать вывод о возможности перераспределения расчетных усилий в сечениях безбалочных монолитных перекрытий, что, в свою очередь, позволит применять наиболее оптимальные схемы армирования.

Результаты работы могут быть использованы в учебном процессе для обучающихся по направлениям подготовки «Строительство» и «Архитектура», а так же при проектировании аналогичных объектов.

#### Библиографический список

1. Маметьев В.О. Архитектурно-конструктивное решение административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске / В.О. Маметьев, Л.Н. Музыченко, Н.Н. Алешин // Прорывные научные исследования как двигатель науки: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – Ч. 2. - С. 64-67.

2. Маметьев В.О. Особенности расчета и армирования монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске / В.О. Маметьев, Е.А. Алешина, Н. Н. Алешин // Научные преобразования в эпоху глобализации: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – Ч. 3. – С. 84-86.

3. Байков В. Н. Железобетонные конструкции. Общий курс [Текст]: учебник для вузов / В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1991. – 767 с.

4. Железобетонные и каменные конструкции [Текст]: учебник для вузов / В. М. Бондаренко [и др.]; под ред. В.М. Бондаренко. – 5-е изд., стер. – Москва: Высшая школа, 2008. – 887 с.

5. Спартак И.Д. Архитектурные и конструктивные решения двенадцатиэтажного жилого дома в городе Новокузнецке / И.Д. Спартак; науч. рук. Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г.– Новокузнецк: СибГИУ, 2015.– Вып. 19. – Ч. 4: Естественные и технические науки. – С. 180-183.

6. Обанин А.А. Восемнадцатизэтажный сборно-монолитный жилой дом в г. Новокузнецке / А. А. Обанин ; науч. рук. Е. А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4: Естественные и технические науки. – С. 174-177.

УДК 69.07

## **АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ АДМИНИСТРАТИВНОГО ЗДАНИЯ В Г.НОВОКУЗНЕЦКЕ**

**Мусохранов А.С.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А,  
канд. техн. наук Алешин Д.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: el.alesh14@yandex.ru*

Для постоянного повышения эффективности работы бизнеса, внедрения новых, высокоэффективных технологий, повышения компетентности и омниканальности специалистов, для совместного выявления скрытых проблем и решения текущих задач, постановки новых целей и направлений развития, было запроектировано административное здание с объемным, вместительным залом для проведения закрытых заседаний, открытых конференций, вебинаров и всевозможных встреч.

**Ключевые слова:** административное здание, архитектурно-

конструктивное решение, пожарная безопасность, маломобильные группы населения.

Основными требованиями, предъявляемыми к административным зданиям, являются функциональная целесообразность, прочность и устойчивость, безопасность, архитектурная выразительность, экологичность и долговечность.

Задачами данной работы являлись: разработка объёмно-планировочного и архитектурно-конструктивного решения здания; расчёт монолитной железобетонной плиты перекрытия; разработка календарного плана строительства и стройгенплана; определение сметной стоимости строительства. Помимо перечисленных задач, в проекте предусматриваются необходимые мероприятия по обеспечению беспрепятственного, безопасного и удобного передвижения маломобильных групп населения, а также противопожарные мероприятия.

Запроектированное административное здание – отдельностоящее, двухэтажное, без подвала, прямоугольное в плане, размерами 18,6 м x 39,6 м. Высота здания над поверхностью земли 8,7 м. Планировочное решение определяет сетка колонн каркаса, приспособленная под парковку.

В составе административного здания предусмотрены:

1-й этаж – входной холл; автостоянка на 19 м/мест, комната персонала, санузел, кладовая уборочного инвентаря (К.У.И.), электрощитовая, ИТП и подсобные помещения;

2-й этаж – конференц-зал на 84 места, холл, гардероб, кофе-пойнт, санузлы, К.У.И., серверная, подсобное помещение и венткамера.

Из автостоянки сотрудники по лестнице Л-2 могут попасть на 2-ой этаж здания, а также эвакуироваться через лестничную клетку непосредственно на улицу. Выход на лестницу из помещения автостоянки производится через тамбур-шлюз 1-го типа с подпором воздуха при пожаре не менее 20 Па. С входным холлом (главный вход) связи нет. В лестничной клетке Л-2 организован выход на кровлю через утепленный противопожарный люк размером 0,9 x 0,9 м.

Главный вход запроектирован со стороны площадки с фонтаном и открытой автостоянки и предназначен для сотрудников и посетителей административного здания. Из холла 1-го этажа по открытой лестнице Л-1 сотрудники и посетители могут подняться в холл 2-го этажа. При необходимости, с помощью раздвижных перегородок, имеется возможность трансформации холла на несколько рабочих помещений, которые используются для проведения различных мероприятий и командной работы временных коллективов.

Пропускная способность 2-го этажа в часы максимальной наполняемости – 146 человек (142 из них – участники конференций). Для гостей и сотрудников компании запроектированы гардероб и санузлы. Для удобства маломобильных групп населения (М1-М3) в санузлах имеются кабинки с поручнями и кнопками вызова.

Наружные стены первого этажа – трехслойные панели типа «Сэндвич». Наружные стены второго этажа – стеновые панели с каркасом из термопрофилей с наружной обшивкой из цементно-минеральных плит «Аквапанель» и витражи, опирающиеся на металлические балки. Здание отапливаемое, кровля теплая с организованным внутренним водостоком.

Фундамент принят в виде монолитного железобетонного ростверка на сваях-стойках. Основанием фундаментов являются галечниковые аллювиальные грунты, залегающие на глубине 4,8-5,9 м. Бетон фундаментов под колонны каркаса – класса В25, марки F100 по морозостойкости, W4 по водонепроницаемости. Армирование фундаментов – отдельными стержнями из арматуры классов А400, А240. Наружные поверхности фундаментов, соприкасающиеся с грунтом, обмазываются горячим битумом за 2 раза.

Строительство здания не отразится на зданиях существующей застройки, так как ближайшая существующая застройка находится далее 50 метров от строительной площадки. Фундаменты ближайших существующих зданий выполнены с опиранием на крупнообломочные грунты (томский галечник) в двух вариантах: свайные или глубокого заложения на естественном основании. В связи с этим и на основании примечания 2 пункта 9.34 СП 22.13330.2011, по сложившейся практике местного опыта проектирования и строительства, воздействие на окружающую застройку в виде недопустимых дополнительных деформаций исключено.

Перед производством земляных работ на строительной площадке, следует согласовать проведение с организациями, эксплуатирующими близлежащие инженерные коммуникации.

Каркас здания выполнен по рамно-связевой схеме и состоит из двух- и трехпролетных рам, установленных с шагом 6 м и 6,3 м, соединенных балками-распорками. Жесткость и устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается защемлением колонн в фундаментах и жестким сопряжением ригелей с колоннами; в продольном – установкой вертикальных связей по всем рядам колонн. Пространственная жесткость каркаса, его устойчивость в горизонтальном направлении обеспечивается монолитными перекрытиями и покрытием.

Пролетные несущие конструкции – прокатные ригели пролетом 6,0 и 6,3 м, а также сварная металлическая ферма пролетом 12,6 м. Рамные узлы крепления ригелей к колоннам запроектированы на накладках и сварке.

Перекрытия и покрытие – монолитные железобетонные (по верхним поясам ригелей каркаса) толщиной 200 мм из бетона класса В20. Покрытие над конференц-залом – из профлиста.

Внутренние кирпичные перегородки – из кирпича М100 на растворе М100 толщиной 250 мм с продольным армированием с опиранием на плиты перекрытий и креплением арматуры к каркасу. Кладка выполняется с армированием арматурной проволокой Ø4Вр500 через 375 мм по высоте. Кладка принята 2-й категории по сейсмостойкости, для чего необходимо обеспечить требуемое сопротивление осевому растяжению по неперевязанным швам

$R_{вр} > 120$  кПа. Перемычки в кирпичных перегородках – сборные железобетонные.

Лестницы Л1 – металлические из уголков 75х6, ступени с заполнением бетоном по металлическим косоурам. Лестница Л2 – сборные железобетонные ступени по металлическим косоурам. Металлоконструкции лестниц защищают от коррозии лакокрасочным покрытием и покрывают огнезащитным составом «Феникс-СТВ». Площадки лестничных клеток – монолитные железобетонные плиты.

#### Библиографический список

1. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах. Актуализированная редакция СНиП II-7-81\*.

2. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87.

3. Лукьянов Д.А. Блок индивидуальных гаражей в г. Новокузнецке / Д. А. Лукьянов; науч. рук. Е.А. Алешина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 мая 2015 г. – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – Вып. 19. – Ч. 4: Естественные и технические науки. – С. 171-174.

4. Маметьев В.О. Особенности расчета и армирования монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г. Новосибирске / В.О. Маметьев, Е.А. Алешина, Н.Н. Алешин // Научные преобразования в эпоху глобализации: сборник статей международной научно-практической конференции. – Уфа: АЭТЕРНА, 2015. – Ч. 3. - С. 84-86.

УДК 69.058/.059

### **ОБСЛЕДОВАНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ГАЗООЧИСТКИ 1-ОЙ СЕРИИ ИРКУТСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА В Г. ШЕЛЕХОВ**

**Поправка И.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук Алёшин Д.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: vano17.08.95.popravka@mail.ru*

В данной статье представлена работа по обследованию и выявлению дефектов и повреждений строительных конструкций, а также приводятся методы усиления конструкций для дальнейшей безопасной эксплуатации.

Ключевые слова: строительные конструкции, обследование, дефекты, повреждения, проверочный расчёт, усиление.

Обследование здания газоочистки выполнено на основании требования Экспертизы промышленной безопасности в соответствии с [1].

Исходные данные для обследования:

Здание газоочистки представляет собой комплекс зданий, состоящий из здания дымососной и двух трансформаторных подстанций.

Дымососная представляет собой одноэтажное, отапливаемое, однопролетное здание с несущим железобетонным каркасом, размером в плане 24,4х6 м, высотой от пола до низа балок покрытия 8 м. Здание оборудовано электротельфером грузоподъемностью 2 т. Колонны каркаса – сборные железобетонные, с шагом 6 м. Фундаменты под колонны – сборные железобетонные стаканного типа. Глубина заложения подошвы фундаментов – минус 3,2 м. Главные балки покрытия – сборные железобетонные двускатные таврового сечения. Покрытие – металлический лист по второстепенным балкам – прокатным двутаврам и швеллерам; в осях 4-5 сборные железобетонные ребристые плиты. Стеновое ограждение – сборные железобетонные панели толщиной 200...220 мм. Фундаментные балки – сборные железобетонные. Кровля – мягкая рулонного типа.

Трансформаторные подстанции представляют собой двухэтажные, отапливаемые, однопролетные здания с несущими кирпичными стенами. Наружные стены выполнены из армированной кирпичной кладки толщиной 380 мм, внутренние – 250 мм. Фундаменты – монолитные железобетонные ленточного типа. Глубина заложения подошвы фундаментов – минус 3,2 м. Перекрытие – сборные железобетонные многопустотные плиты. Покрытие – сборные железобетонные ребристые плиты. Кровля – мягкая рулонного типа.

У всего комплекса здания газоочистки система отвода атмосферных осадков – неорганизованный водосток.

Обследование проводилось методами визуального и детального инструментального контроля по [1]. Для обследования фундаментов заказчиком были отрыты шурфы до низа подошвы фундаментов согласно [1].

В результате обследования были установлены следующие дефекты и повреждения, которым в соответствии с [2] были присвоены классы опасности «Б» и «В»:

- разрушение бетона основания колонн и защитного слоя бетона панелей стенового ограждения в здании дымососной;
- отсутствие элемента крепления стеновой панели в здании дымососной;
- прожоги стальных второстепенных балок покрытия, их коррозия, а также неправильно смонтированные узлы примыкания поперечных балок к продольным;
- отсутствие второстепенной балки покрытия;
- два неорганизованных отверстия в кирпичной кладке стенового ограждения трансформаторной подстанции;
- наклонная трещина раскрытием до 3 мм в бетоне боковой поверхности фундамента, переходящая в вертикальную трещину раскрытием до 3 мм в кирпичной кладке стенового ограждения;
- неорганизованные должным образом узлы примыкания гидроизоляционного слоя кровли к конструкциям технологических газоходов и трубо-

проводов;

- ненадлежащее исполнение отмотки с уклоном внутрь и сквозные отверстия в ней по наружному периметру здания;

- замачивание строительных конструкций в результате неэффективной системы отвода атмосферных вод, вследствие этого разрушение защитного слоя бетона, оголение и коррозия арматурных стержней здания дымососной и эрозия кирпичной кладки стенового ограждения зданий трансформаторных подстанций.

В процессе обследования определялись характеристики материалов строительных конструкций, прочность бетона фундаментов и железобетонных конструкций. Марка стали стальных конструкций определялась взятием образцов и исследованием их в лабораторных условиях согласно требованиям [1]. Также определялись фактические геометрические характеристики отдельных элементов несущих конструкций, выявленные отклонения которых (незначительные) не превышают допуски по [3].

Проводился проверочный расчёт строительных конструкций с учётом фактического состояния действующих и прогнозируемых нагрузок [4].

По результатам обследования и расчётов установлено, что здание, его отдельные элементы и узлы находятся в ограниченно работоспособном состоянии. Для дальнейшей безопасной эксплуатации здания газоочистки разработаны узлы усиления строительных конструкций:

1. Для усиления фундаментов и кирпичной кладки стен в районе трещины предложен метод инъектирования на основе ремонтных смесей ЭМАКО.

2. Для защиты от замачивания строительных конструкций атмосферной влагой разработаны конструктивные решения герметизации различных узлов фасадов.

3. Для усиления элементов железобетонных и каменных конструкций разработаны конструктивные решения с использованием стальных обоев, хомутов, обрамлений стальными профилями.

4. Для усиления стальных конструкций разработаны узлы с использованием накладок и установкой дополнительных стальных элементов.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014. – 55 с.

2. Руководящий документ: РД-22-01-97. Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследование строительных конструкций специализированными организациями). – М.:ГОСРОСТЕХНАДЗОР России, 1997. – 26 с.

3. Свод правил: СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2013. – 203 с.

4. Свод правил: СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализиро-



ванная редакция СНиП 2.01.07-85\*) – М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2011.– 85 с.

5. Алешин Н.Д. Обследование и восстановление консольной части галереи подачи угля с учетом требований безопасной эксплуатации / Н.Д. Алешин, А.В. Колесников, Д.Н. Алешин // Окружающая природная среда и экологическое образование и воспитание: сборник статей XIV Международной научно-практической конференции. – Пенза, 2014. – С. 3-5.

6. Алешин Д.Н. Комплекс методов неразрушающего контроля для обследования фундаментов зданий / Д.Н. Алешин, Н.В. Котова, Е.А. Алешина // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2014. – № 4 (10). – С. 40-42.

7. Алешин Д.Н. Восстановление и усиление несущих конструкций из кирпичной кладки общественного здания в г. Осинники / Д.Н. Алешин, А.А. Дудин, Е.А. Алешина // Новая наука: теоретический и практический взгляд: международное научное периодическое издание по итогам международной научно-практической конференции, г. Ижевск, 4 ноября 2016 г.– Стерлитамак: АМИ, 2016.– Ч. 1.– С. 5-8.

УДК 711.552.3

## **УСЛОВИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ**

**Кочарин Л.Л.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешин Н.Н.**

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

Для создания проекта торгового центра требуется сотрудничество специалистов многих специальностей: маркетологов, технологов, проектировщиков, дизайнеров и, конечно, самих продавцов. В первом приближении, задача проектирования торговых центров, торгово-развлекательных комплексов заключается в планировании покупательских потоков, создании комфортных эмоциональных условий для покупателей, удобных условий для арендаторов. Немаловажную роль при проектировании играет удобство эксплуатации и затраты на ежегодную эксплуатацию здания.

Ключевые слова: торговый центр, развлекательный центр, магазин, парковка, кафе.

### *Подготовительный этап*

Архитектурному и технологическому проектированию торгового центра или комплекса предшествует большой объем работы, состоящий из следующих этапов:

- выбор участка, анализ территории;
- позиционирование и определение концепции торгового объекта;

- выбор и определение состава товаров и услуг, анализ списка потенциальных якорных и иных арендаторов, наиболее перспективных для данной территории и конкретного участка;
- посадка здания на участок, выбор оптимального положения относительно объектов инфраструктуры;
- определение этажности, общей площади, распределение площадей по функциям объекта;
- формулирование основных требований к объемно-планировочным решениям и дизайну в зависимости от концепции;
- определение объема покупательских потоков и создание схем движения посетителей;
- определение объема товарных потоков и создание системы внутренней логистики;
- разработка марки и формулирование требований к фасаду, интерьеру, средствам навигации и опознавательным элементам.

Результаты этого этапа работ формируют подробную концепцию планируемого торгового центра, являющуюся основанием для дальнейшего проектирования объекта. Поэтому концепция играет ключевую роль в проектировании торговых центров, торгово-развлекательных центров и комплексов. Желательным будет согласование предварительной концепции комплекса с потенциальными якорными арендаторами. В дальнейшем проектировании комплекса учитываются все рекомендации проведенных маркетинговых оценок и исследований.

#### *Объемно-планировочные решения, технология*

Следующий шаг создания проекта – выполнение архитектурного и технологического разделов. Здесь должны быть учтены следующие важные моменты:

- планировка торгового центра должна эффективно направлять и распределять потоки, чтобы все арендные площади были доступными и посещаемыми, должно быть уделено внимание правильному расположению магазинов-«магнитов» и арендных мест относительно входа и друг друга;
- планировка торгового центра должна быть удобной для торгово-технологических процессов (крупных арендаторов в первую очередь). Должны быть учтены покупательские потоки, способы доставки, складирования и распределения товара, организованы складские и бытовые помещения, не должно быть пересечения потоков входящего и выходящего товара, открытых путей для хищения;
- способы перехода на верхние этажи (траволаторы, эскалаторы, лифты, лестницы) и их расположение должны быть правильно разработаны с целью формирования потока на верхние этажи (дополнительно к правильной «нарезке» торговых площадей верхних этажей и их арендаторов);
- фасад и входные группы должны соответствовать концепции и уровню торгового центра, иметь правильную конфигурацию по отношению к внешнему потоку, иметь продуманные места расположения рекламных вывесок;

- принцип «нет парковки – нет торговли»: должен быть предусмотрен удобный паркинг, с возможностью заезда/выезда при разных направлениях маршрута до и после посещения торгового центра – торговый объект должен быть также удобен как для покупателей, пользующихся общественным транспортом, так и покупателей, живущих в пределах шаговой доступности.

#### *Дизайн, освещение*

Комплексное проектирование торговых центров включает разработку дизайна помещений, в котором содержатся указания в отношении материалов и технологий, обеспечивающих полноценную реализацию идеи в соответствии с задуманной концепцией объекта. При разработке дизайн проекта, помимо используемых отделочных материалов, должны быть учтены следующие моменты:

- 1) решение задачи работы с цветом:
  - обеспечение комфорта, соответствие цвета специализации центра,
  - обеспечение информативной роли цвета,
  - использование потенциала цвета как фактора эмоционального воздействия;
- 2) решение задач освещения:
  - создание оптимальных условий для осмотра и выбора товаров, создание световых акцентов;
  - создание световой среды и реализация основного замысла интерьера;
  - управление потоками покупателей: усиление, закрепление маршрута, заданного планировкой;
  - привлечение внимание проходящих посетителей – грамотное цветовое оформление фасада и входной зоны, ночное освещение здания;
  - создание структурированной системы навигации в строгом соответствии концепции дизайна с целью удобства ориентации, акцентирования мест перехода на верхние этажи, усиления запоминаемости маршрутов покупателей.

#### *Проектирование торгово-развлекательных комплексов*

Дополнительно ко всем аспектам проектирования торговых центров, проектирование торгово-развлекательных комплексов имеет свои особенности. Торговые функции такого проекта являются основными и должны составлять в среднем около 70 % от общей площади. При этом должны быть созданы удобные условия для операторов развлекательной части, учтены все их технологические требования, обеспечена должная шумоизоляция торговой части от развлекательной. Здесь выработка единой концепции имеет ещё большее значение, чем при проектировании обычного торгового центра.

#### *Строительство торговых центров, торгово-развлекательных комплексов*

Благодаря наличию широкого опыта, собственным наработкам, обширной производственной базе и применению современных технологий в строительстве, многие строительные компании профессионально осуществляют строительство «под ключ» торговых центров, торгово-развлекательных комплексов:

- различного назначения и площади: как микрорайонных, районных,

так региональных и межрегиональных;

- различной этажности и сложности;
- с различным исполнением конструктивных элементов: фундаментов, несущего каркаса, ограждающих конструкций, фасадов;
- с различным инженерным и технологическим оборудованием, сетями и системами.

Строительство торговых комплексов должно производиться в соответствии с действующими нормами и правилами, с подготовкой полного комплекта документов сдаточной документации. Особое внимание должно уделяться контролю производственного процесса, высокому качеству работ, минимизации затрат на эксплуатацию здания торгового объекта. Наличие собственного проектного подразделения позволяет строительным компаниям оказывать комплексные услуги по строительству, при необходимости ускорить процесс внесения изменений или доработки проекта.

УДК.628.316

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИИ СТОЧНЫХ ВОД (ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА)**

**Пименов И.Н.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье говорится об одной из глобальных экологических проблем на сегодняшний день, а так же о возможном перспективном решении этой проблемы, а именно об электроимпульсном обеззараживании сточных вод.

Ключевые слова: вода, импульс, обеззараживание, микроорганизмы, технология.

Одной из главных экологических проблем в мире является загрязнение поверхностных и подземных природных вод сточными водами. Одним из наиболее опасных источников бактериальной загрязненности водоемов и рек являются сточные воды, сбрасываемые без обеззараживания. Электроимпульсное обеззараживание сточных вод предлагается в качестве альтернативного хлорированию и озонированию метода для очистных сооружений производительностью  $10^2 - 10^6$  м<sup>3</sup>/сут. Электроимпульсная (эи) технология заключается в воздействии на обрабатываемую воду ударных волн, генерируемых импульсным высоковольтным электрическим разрядом, который вызывает дезинтеграцию и гибель микроорганизмов.

Эффективность обеззараживания определенная по коли-индексу при-

ведена в таблице 1.

Таблица 1 - Эффективность обеззараживания

Количество импульсов	Коли-индекс исходной воды	Коли-индекс после воздействия
1	$5,8 \cdot 10^5$	$(2,1-6,3) \cdot 10^2$
2	$5,8 \cdot 10^5$	Менее (50-100)

Одним из главных условий эффективности электроимпульсной обработки является формирование фронта ударной волны, толщина которого мала по сравнению с размером микроорганизмов что показано на рисунке 1.

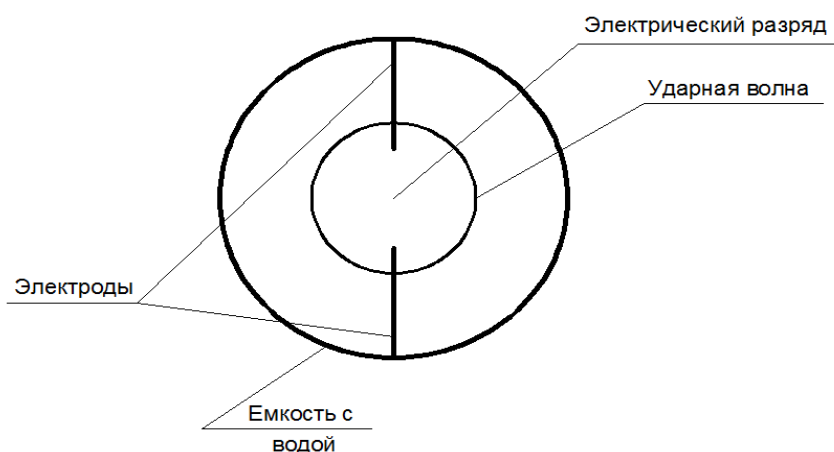
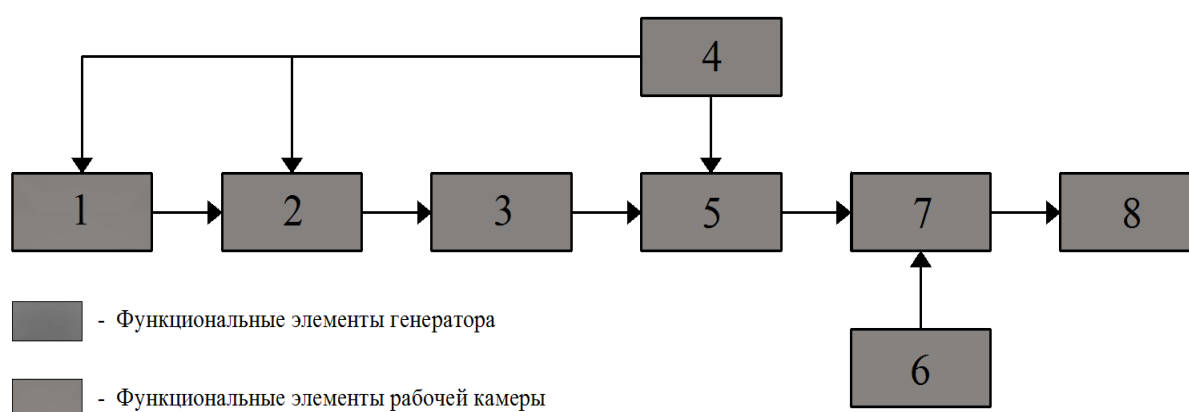


Рисунок 1 - Принцип действия электроимпульсной установки

Блок - схема выполнения электроимпульсной технологии обеззараживания приведена на рисунке 2.



1 – трансформатор; 2 - зарядное устройство; 3 - емкостный накопитель; 4 - система управления и инициирования; 5 - коммутирующий разрядник-обостритель; 6 - подводящая гидросистема; 7 - рабочая камера с электроразрядным узлом; 8 - отводящая гидросистема

Рисунок 2 - Блок - схема электроимпульсной технологии

### Достоинства электроимпульсной технологии

Экологически чистая, безреагентная обработка воды; низкая удельная энергоемкость, составляющая 0,02 кВтч/м<sup>3</sup>; применение для обеззараживания воды ливневых стоков (с повышенным содержанием взвесей) возможность обеззараживания с широким диапазоном реализуемой производительности; высокая эффективность обеззараживаемого действия, что приведено в таблице 2.

Таблица 2 - Эффективность обеззараживания по типам микроорганизмов

Тип воды		Кишечная палочка 1257, Коли-индекс	Колифаг MS2, индекс колифага	ОМЧ (общее микробное число), КОЕ·см <sup>-3</sup>	Количество споробразующих, КОЕ·см <sup>-3</sup>	Количество психрофилов, КОЕ·см <sup>-3</sup>	Количество посторонних эндобактерий, КОЕ·дм <sup>-3</sup>
Природная Поверхностная (речная) вода	исходная	3·10 <sup>4</sup>	1,4·10 <sup>4</sup>	2·10 <sup>3</sup>	6,8·10 <sup>2</sup>	9,6·10 <sup>3</sup>	2,5·10 <sup>3</sup>
	после обработки	менее 3,0	0	8·10 <sup>1</sup>	3·10 <sup>1</sup>	3,5·10 <sup>2</sup>	2·10 <sup>3</sup>
Доочищенная Сточная вода	исходная	более 2·10 <sup>6</sup>	1,2·10 <sup>4</sup>	6,7·10 <sup>6</sup>	3,7·10 <sup>1</sup>	—	—
	после обработки	менее 10 <sup>2</sup>	1,8·10 <sup>2</sup>	1,6·10 <sup>3</sup>	2,8·10 <sup>1</sup>	—	—
Модельный раствор: искусственно зараженная дехлорированная водопроводная вода	исходная	3·10 <sup>8</sup>	4·10 <sup>5</sup>	—	—	—	—
	после обработки	менее 3,0	0	—	—	—	—

Электроимпульсная технология обработки воды предназначена для очистки воды из подземных источников до качества, соответствующего требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода и водоснабжение населенных

мест; для очистки и обеззараживания сточных вод с большим содержанием ионов тяжелых металлов и мышьяка; для очистки и повторного использования промывных вод на городских водозаборах. Предлагаемая электроимпульсная технология обработки воды реализована в водоочистном комплексе Импульс.

Водоочистной комплекс Импульс позволяет эффективно производить обеззараживание и очистку воды не только от традиционных загрязнителей (железо и марганец) и значительно улучшать органолептические показатели очищенной воды, но также производить очистку воды от органики (фенол, формальдегид, нефтепродукты и т.д.) и ионов мышьяка, при этом понижается жесткость воды и удаляется кремний без использования специального оборудования. Необходимо отметить, что проблема удаления кремния из питьевой воды появилась в России совсем недавно после принятия нового стандарта. Существующие технологии очистки воды от кремния являются очень сложными и дорогими. Таким образом, водоочистной комплекс Импульс способен обеспечить очистку и обеззараживание воды до питьевого стандарта из подземных источников практически любой сложности, что крайне актуально для так называемых сложных вод, которые характеризуются содержанием железа в виде металлоорганических соединений, а также повышенным содержанием марганца, кремния и др. Кроме того водоочистной комплекс импульс позволяет доводить до значений ПДК сточные воды с большим содержанием ионов тяжелых металлов (например, сточные воды гальванических производств) и мышьяка (например, подземные питьевые воды и промывные воды золотодобывающих предприятий), а также промывные воды городских водозаборов для их повторного использования. При этом, водоочистной комплекс Импульс прост и надежен в эксплуатации, имеет невысокую стоимость. Предлагаемая технология подготовки воды является безреагентной, энергосберегающей и экологически чистой.

#### Библиографический список

1. А.М. Благоразумова; Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод: Учебное пособие - 2-е изд., испр. и доп.- СПб.: Издательство «Лань», 2014 - 208 с.
2. Яковлев С.В., Воронов Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод. - М., 2005 - 701 с.
3. Абрамов Н.Ф., Бернадинер М.Н., Русаков Н.В., Сборник докладов по Международному конгрессу по управлению отходами – М., 2005.

## ВАРИАНТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФЕРМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПК ЛИРА-САПР

Демьяновский А.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чапаева С.Г.

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

В нашей работе мы решили остановиться на проектировании железобетонных ферм с параллельными поясами пролетом 18 м. При изучении литературы и типовых серий нами была найдена устаревшая серия ферм [1]. Данная типовая серия разработана в 1973 году и на текущий момент недействительна. Так как подобные фермы продолжают применяться в практике строительства, мы решили актуализировать данную серию. Для этого произвели их расчет в программном комплексе Лира-САПР 2015 с учетом актуальных на текущий момент норм проектирования [2], [3].

Ключевые слова: железобетон, ферма, Лира-САПР, метод конечных элементов, арматура.

Конструктивная схема железобетонной фермы с параллельными поясами представлена на рисунке 1.

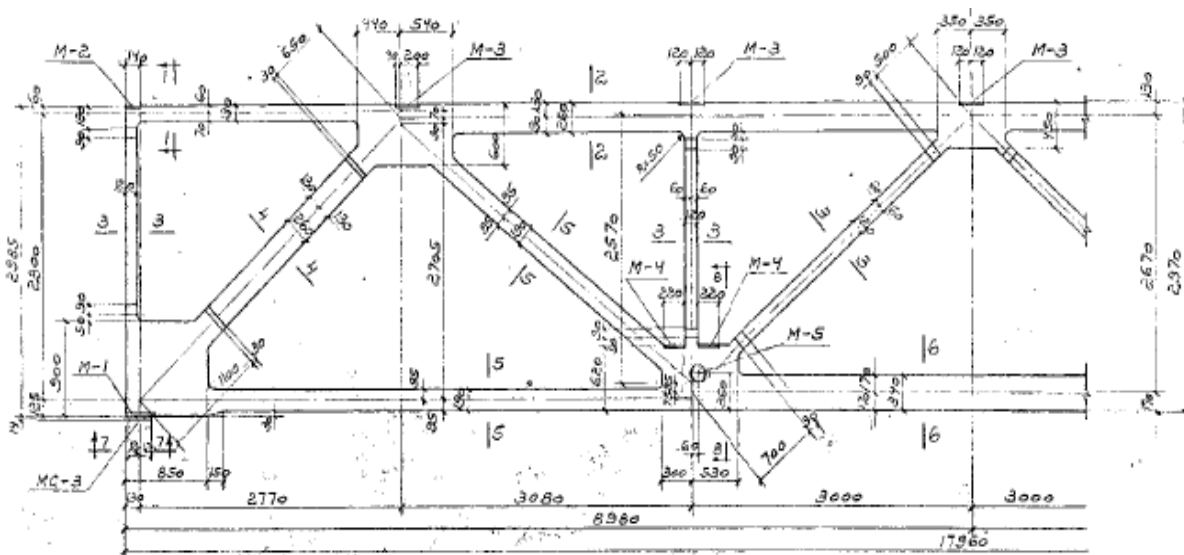


Рисунок 1 – Конструктивная схема железобетонной фермы с параллельными поясами.

В расчетной схеме стержни фермы представлены в виде их осей. Несостоятельность стержней скорректирована жесткими вставками. Расчетная схема представлена на рисунке 2.



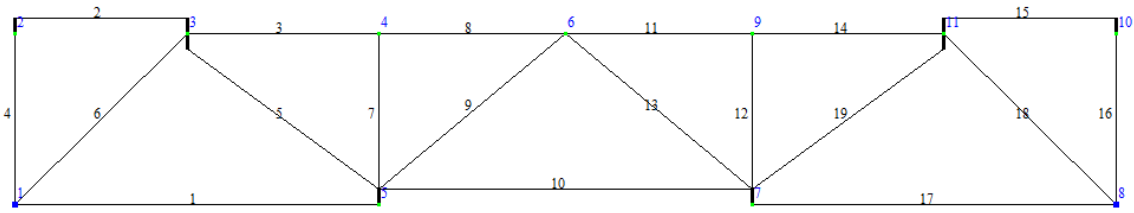


Рисунок 2 – Расчетная схема фермы

Сбор постоянной нагрузки от собственного веса фермы программа осуществляет автоматически. Для этого мы задаем геометрические сечения элементов и объемный вес бетона. Коэффициент надежности по нагрузке от собственного веса принят согласно [3]  $\gamma_f=1,1$ .

Нагрузка от плит покрытия и кровли принята такой же, как и в [1]. На узлы 2,10  $N=86,5$  кН, на узлы 3,4,6,9,11  $N=173$  кН, от плит перекрытия на узлы 5,7  $N=191$  кН.

Нормативное значение снеговой нагрузки на горизонтальную проекцию покрытия следует определять по формуле:

$$S_0 = 0,7 \cdot c_e \cdot c_t \cdot \mu \cdot S_g,$$

где  $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра или иных факторов, принимаемый  $c_e=1$  в соответствии с [3].

$c_t$  – термический коэффициент, принимаемый  $c_t=1$  в соответствии с [3].

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие,  $\mu=1$  в соответствии с [3].

$S_g$  – вес снегового покрова на  $1 \text{ м}^2$  горизонтальной поверхности земли, принимаемый в соответствии с [3].

Снеговую нагрузку собираем с площади загрузки, показанной на рисунке 3.

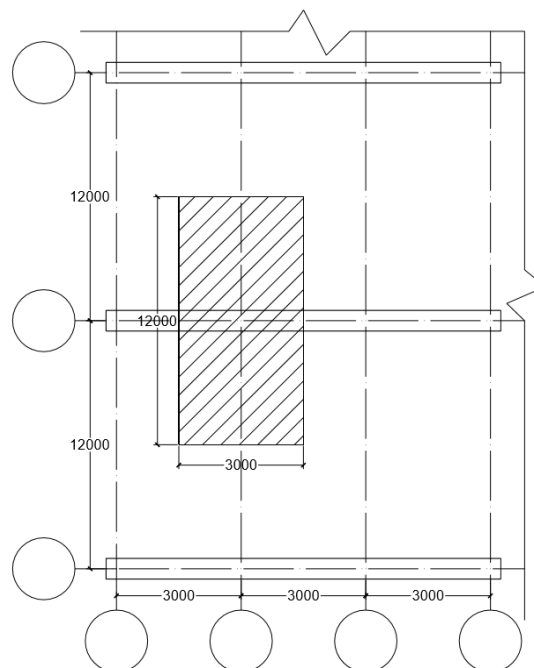


Рисунок 3 – Площадь загрузки на узлы фермы

Рассмотрим 8 вариантов нагружения фермы снеговой нагрузкой в соответствии со снеговым районом (таблица 1).

Таблица 1 – Узловая нагрузка от снегового покрова

№ района	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
P, кН	28,8	43,2	64,8	86,4	115,2	144	172,8	201,6

Подбор арматуры в стержнях фермы осуществляется по формуле:

$$A = \frac{N}{\gamma_s \cdot R_s}$$

где N – усилие в стержне, кН

$\gamma_s$  – коэффициент, принимаемый по [2],  $\gamma_s = 1,2$

$R_s$  – расчетное сопротивление арматуры растяжению, МПа [2].

Получившиеся значения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Требуемая площадь арматуры в сечениях

№ Стержня № Района	1		5		9	
	Усилие N, кН	n Ø d, A <sub>треб</sub> , мм <sup>2</sup>	Усилие N, кН	n Ø d A <sub>треб</sub> , мм <sup>2</sup>	Усилие N, кН	n Ø d A <sub>треб</sub> , мм <sup>2</sup>
I	821	7 Ø 18 1572	941	8 Ø 18 1802	1666	15 Ø 18 3191
II	857	7 Ø 18 1641	975	8 Ø 18 1867	1737	15 Ø 18 3327
III	912	7 Ø 18 1747	1026	8 Ø 18 1965	1842	15 Ø 18 3528
IV	967	8 Ø 18 1852	1077	9 Ø 18 2063	1949	17 Ø 18 3733
V	1040	8 Ø 18 1992	1145	9 Ø 18 2193	2090	17 Ø 18 4003
VI	1113	9 Ø 18 2132	1213	10 Ø 18 2323	2232	19 Ø 18 4275
VII	1186	9 Ø 18 2272	1281	10 Ø 18 2454	2374	19 Ø 18 4574
VIII	1258	10 Ø 18 2409	1349	11 Ø 18 2584	2515	21 Ø 18 4818

В типовой серии конструкция фермы рассчитана для IV снегового района. Площадь арматуры составляет 9 Ø 18 для нижнего стержня 1, 9 Ø 18 для раскоса 5 и 18 Ø 18 для раскоса 9. По нашим расчетам в соответствии с новыми строительными нормами [2] и [3], требуемая арматура составила 8 Ø 18 для нижнего стержня 1, 9 Ø 18 для раскоса 5 и 17 Ø 18 для раскоса 9. Тре-

буемая площадь арматуры уменьшилась на 5,55%, что приводит к уменьшению экономических затрат на конструкцию.

#### Библиографический список

1. Типовые конструкции и детали зданий и сооружений, серия 1.463-9.
2. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003.
3. СП 20.13330.2011. Нагрузки и воздействия. Актуал. редакция СНиП 2.01.07-85\*. – М., 2011.

УДК 666.944.21

## ПОЛУЧЕНИЕ ИЗВЕСТКОВО-ЗОЛЬНОГО ЦЕМЕНТА НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ-УНОС ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭЦ

**Зеленская Л.Р.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

*Описаны основные свойства золы-унос и извести Гурьевского месторождения, экологичность золы Западно-Сибирской ТЭЦ. Даны состав и технология получения известково-зольного вяжущего. Приведены результаты по расчету и оценки золы, как наполнителя в бетоны.*

Ключевые слова: цемент, зола, известь, заполнитель, гипсовый камень, расчет, распад, состав.

В настоящее время на предприятиях различных отраслей промышленности образуется достаточно большое количество отходов и сопутствующих продуктов. Это создает не только определенные затруднения в размещении и хранении промышленных отходов, но и представляет серьезную экологическую проблему. Одним из наиболее рациональных способов использования некоторых промышленных отходов является их применение в качестве сырьевых материалов в строительной индустрии.

Цель: исследовать техногенный отход в виде золы-унос Западно-Сибирской ТЭЦ, как сырье для получения безклинкерного цемента.

Задачи: Описать экологичность, основные свойства золы и ее активизатора, провести исследования на распад для оценки отхода, как наполнителя; Рассчитать состав зольного цемента и разработать технологию его получения, дать описание особенностей его применения.

Химический состав сырьевых материалов дан в таблице 1.

Зола сухого отбора Западно-Сибирской ТЭЦ или зола-унос(ЗУ). По агрегатному состоянию данный отход относится ко 2 группе класса Б, т.е. об-

разуется в результате тепловой обработки (сжигания) угля. Отходы электростанций для бетонов классифицируются по ГОСТ 25818-91. Исследуемая зола по виду сжигаемого топлива относится к каменноугольным (КУ);

Таблица 1 - Химический состав исследуемого сырья

Содержание оксидов, %							
Зола-унос Западно-Сибирской ТЭЦ							
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>
58,398	25,34	6,006	1,869	5,589	2,178		0,616
Известь Гурьевского месторождения							
0,665	-	95,006	4,155	-	-		0,172

По химическому составу она «кислая» (К), т.е. содержание CaO < 10 %, CaO=6 %, имеет дисперсный состав, т.к. собирается с электрофильтров,  $S_{уд} \geq 250 \text{ м}^2/\text{кг}$ , остаток на сите 008 не более 20 %. В соответствии с требованиями, исследуемая ЗУ, относится к сырью для ячеистых бетонов, т.к. содержание CaO до 30 %, MgO до 5 %, SO<sub>3</sub> до 3 %, щелочных (Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O) до 3 %, ППП до 7 %. Она может быть применена, как наполнитель и как «кислый» компонент для получения бесклинкерного цемента. Ежегодный выход золы-унос составляет - 530 тыс.т.

*Щелочной активизатор - известь Гурьевского месторождения.* Исследуемая известь получена из карбонатных горных пород. Обжиг известняка осуществляется при температуре 900-1200 °С до возможно полного выделения углекислого газа:  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CaO}_2$ . В результате обжига получают продукт в виде кусков белого цвета. Известь, по содержанию основного оксида, разделяют на кальцевую, магнезиальную и доломитовую. Исследуемая известь относится к кальцевой, I сорта, т.к. содержание активных CaO+MgO находится в пределах 90 % (таблица 1). Основные свойства: содержание активной MgO не превышает 5 % (4,155 %); Содержание углекислого газа не более 3 %; Количество непогасившихся зерен в негашенной комовой извести не более 7 %; Потери при прокаливании не более 5 %; Скорость гашения до 8 минут, т.е. известь-быстрогасящаяся. Выход известкового теста более 2,4 л/кг, т.е. I сорт.

*Исследование на экологичность.* Это исследование необходимо для проверки влияния сырья на здоровье человека. Предполагается исследование на радиоактивность и токсичность. Радиоактивными элементами являются Ra<sup>226</sup> (радий), Th<sup>232</sup> (торий), K<sup>40</sup> (калий). Суммарная активность определяется по формуле:  $A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31 \cdot A_{Th} + 0,085 \cdot A_K$ , где A<sub>Ra</sub>, A<sub>Th</sub>, A<sub>K</sub> – удельная активность, Бк/кг; Суммарная удельная активность не должна превышать 370 Бк/кг. Установлено, что исследуемый отход не является радиоактивным и

относится к 1 классу, т.е. его можно применять для всех видов строительства, в том числе и для жилья.

Токсичность сырья определяется количеством вредных веществ, выделяемых в атмосферу. К ним относятся: марганец и его соединения, мышьяк, двуокись азота, оксид углерода, пыль нетоксичная, ртуть металлическая, свинец и его соединения, свинец сернистый, сажа (копоть), серная кислота, сернистый ангидрит, сероводород, фтор и фтористый водород, хлор, хлористый водород. Их количество не должно превышать ПДК (предельно допустимая концентрация).

Установлено, что известь, как природный материал, так и зола-унос соответствуют нормам по экологичности и могут быть применены, как наполнители и компоненты для вяжущего.

*Исследование на распад.* Существуют следующие формулы оценки устойчивости техногенных отходов против силикатного распада:

$$SiO_{2\text{pac}} = \frac{100 - \sum RO}{2,5}; \quad (1)$$

$$CaO_{\text{pac}} = \frac{100 - \sum RO}{1,8}; \quad (2)$$

где RO – сумма всех оксидов техногенного отхода, за исключением CaO и SiO<sub>2</sub>, %. Отход считается распадающимся, если содержание SiO<sub>2</sub> меньше, а CaO больше, чем их количество, определённое расчётам по формулам (1,2).

Результаты расчета на распад ЗУ:

$$SiO_{2\text{pac}} = \frac{100 - 35,592}{2,5} = 25,763; \quad CaO_{\text{pac}} = \frac{100 - 35,592}{1,8} = 35,782.$$

Установлено, что SiO<sub>2pac</sub>(25,763) < SiO<sub>2факт</sub> (58,398), а CaO<sub>pac</sub>(35,782) > CaO<sub>факт</sub>(6,006), следует, что отход не является распадающимся и может применяться в качестве наполнителя.

*Расчет состава бесклинкерного цемента на основе золы-унос.* Состав цемента следующий: «кислый» компонент-зола; щелочной активизатор-известь и сульфатный активизатор-гипсовый камень. Для расчета состава бесклинкерного цемента использована методика с применением коэффициента основности (K<sub>осн</sub>) [1].

В общем виде K<sub>осн</sub> определяется по формуле:

$$K_{\text{осн}} = \frac{(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) + x \cdot B_n O_m}{(0,93 \cdot SiO_2 + y \cdot R_n O_n)}$$

$$K_{\text{оснизвесты}} = \frac{(95,006 + 0,93 \cdot 4,155 + 0,6) - (0,55 + 0,35 + 0,7 \cdot 0,172)}{(0,93 \cdot 0,665)} = 159,672$$

$$K_{\text{оснзола}} = \frac{(6,006 + 0,93 \cdot 1,869 + 0,6) - (0,55 \cdot 25,34 + 0,35 \cdot 5,589 + 0,7 \cdot 0,616)}{(0,93 \cdot 58,398)} = -0,128$$

По коэффициенту основности можно сказать, что известь является ультраосновной, а зола-унос ультракислой, т.е. они могут являться компонентом цемента.

Расчет состава для получения вяжущего по заданному коэффициенту основности, осуществляется по уравнению:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (n \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot X}{(n \cdot 0,9 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

В уравнении коэффициент основности шихты цемента принят  $N=1,5$ . В числителе записывается химический состав «основного» компонента - извести. В знаменателе приводится химический состав «кислого» компонента - зола-унос. В формуле  $X$  – количество массовых частей «основного» компонента с  $K_{осн} > 1$  на одну весовую часть «кислого» компонента с  $K_{осн} < 1$ .

В результате расчета получено  $X=1,08$ , то есть на 1 часть «кислого» компонента – золы-унос приходится 1 часть «основного» компонента – извести. В процентном соотношении – зола-унос: известь = 50 : 50 %.

*Расчет количества сульфатного активизатора.* В качестве сульфатного активизатора принят гипсовый камень ( $CaSO \cdot 2H_2O$ ). Расход гипсового камня для получения цемента зависит от содержания алюминатной составляющей ( $Al_2O_3$ ) в сырье. Расчет количества гипсового камня (Г.К.) ведется по формуле:

$$ГК = \frac{0,478 \cdot \sum Al_2O_3}{a_r} = \frac{0,478 \cdot 12,67}{0,75} = 8\%$$

где  $a_r$  – содержание чистого гипса в гипсовой породе.

Допустимое содержание гипса находится в пределах 5 % [2]. Учитывая, что по расчету получено Г.К. = 8 %, необходима проверка на содержание  $SO_3$  в шихте цемента. Согласно ГОСТ 10178-85 «Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.» допустимое содержание гипса в перерасчете на  $SO_3$  должно быть менее 5 %. Содержание  $SO_3$  в цементе за счет добавки гипсового камня определяется по формуле:

$$SO_3^{ГК} = \frac{ГК}{\frac{M_{CSO_4} \cdot 2H_2O}{M_{SO_3}}} = \frac{8}{2,15} = 3,72\%$$

Суммарное содержание  $SO_3$  в цементной шихте составит:

$$\sum SO_3 = SO_3^{ГК} + SO_3^{1К} \cdot \frac{b1}{100} + SO_3^{2К} \cdot \frac{b2}{100} = 4\%$$

где  $SO_3^{1К}$ ,  $SO_3^{2К}$  – содержание алюминатов в первом и втором компоненте (таблица 1);

$b_1, b_2$  - процентное содержание компонентов цементной шихты.

Установлен, что общее содержание  $SO_3$  в цементной шихте не превышает 5%, т.е. расчетное количество  $GK=8\%$  является достоверным. В случае увеличения количества ( $SO_3 > 5\%$ ) образуется много этрингита ( $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Ca_2SO_4 \cdot 12H_2O$ ), который имеет увеличенный объем, что приводит к снижению прочности цемента.

*Итак, в перерасчете на 100 % состав шихты цемента: зола-46,29 %, известь-46,29 %, ГК-7,4 %.*

*Технология получения бесклинкерного известково-зольного цемента.*

Для получения вяжущего его компоненты-известь и гипсовый камень требуют дробления и измельчения.

Зола-унос имеет тонкодисперсную структуру и не нуждается в измельчении, привозится в цементовозах и хранится в силосах.

Все сырьевые материалы дозируются в шаровую мельницу и измельчаются до  $S_{уд}=500\text{м}^2/\text{кг}$ . Готовый цемент хранится в силосах. Для получения изделий на данном цементе необходима тепловлажностная обработка: автоклав или пропарочные камеры. Цемент имеет активность 200...250.

*Вывод:* В работе исследованы техногенный отход-зола сухого отбора Западно-Сибирской ТЭЦ (зола-унос) и природный материал известь, как сырье для получения бесклинкерного цемента и как наполнитель бетона. Установлено, что зола-унос относится к группе «ультракислых», коэффициент основности  $K_{осн} = -0,128$ , а известь к группе «ультраосновных»  $K_{осн} = 159,67$ . Установлено, что техногенный отход зола-унос не подвергается силикатному распаду и может быть использована в качестве наполнителя. Исследуемая известь Гурьевского месторождения относится к воздушной, кальциевой, быстрогасящаяся, имеет I сорт качества. В качестве сульфатного активизатора для цемента использован гипсовый камень, количество которого по расчетам составило – 8 %.

В результате расчета получен следующий состав цемента: зола-унос – 46,29 %, известь – 46,29 %, гипсовый камень – 7,4 %. Полученное вяжущее обладает активностью  $250\text{ кг}\cdot\text{с}/\text{см}^2$ . Для увеличения активности такого цемента требуется повышенная тонкость помола, более  $300\text{ м}^2/\text{кг}$ , тепловую обработку изделий на его основе. Марка разработанного цемента М200...М250. Такой цемент рекомендован для бетонных изделий марки 50...200.

#### Библиографический список

1. 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.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб. для вузов / А.В. Волженский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: монография / В.Ф. Панова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – 289 с.

## РАЗРАБОТКА СОСТАВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА ИЗ ВМР

**Сорочинский А.В.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,  
канд. техн. наук, доцент Панов С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены основные свойства отходов металлургии, а именно: отработанной формовочной смеси, доменного шлака и газоочистной пыли ферросплавного производства, как сырья для производства высокопрочного бетона. Даны результаты исследования отходов на пригодность использования в стройиндустрии. Приведена методика расчета состава высокопрочного бетона и технология его получения.

Ключевые слова: высокопрочный бетон, доменный шлак, отработанная формовочная смесь (ОФС), газоочистная пыль, расчет, состав, свойства.

Использование вторичных минеральных ресурсов в качестве сырья для производства строительных материалов является одним из наиболее актуальных решений для снижения стоимости готовой продукции, а также утилизации промышленных отходов, что позволяет более рационально расходовать природные ресурсы [1].

Особенностью металлургических отходов заключается в том, что техногенное сырье прошло высокотемпературную обработку, поэтому отходы имеют кристаллическую структуру и не содержат органических примесей, то есть могут быть применены, как заполнитель.

Цель: исследовать техногенные отходы металлургии в виде ОФС, доменного шлака и газоочистной пыли, как сырья для получения высокопрочного бетона и разработать технологию его получения.

Задачи: описать основные физико-химические свойства ОФС, доменного шлака и газоочистной пыли ферросплавного производства; исследовать отходы металлургии на экологичность; рассчитать состав высокопрочного бетона и разработать технологию его получения;

Химический состав исследуемых отходов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав исследуемых отходов

Сырье	Содержание, %									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	K <sub>2</sub> O	ППП
ОФС	88,46	7,98	0,23	0,21	1,13	0,49	0,23	0,03	0,03	1,09
Шлак	36,01	12,01	37,7	9,55	0,63	0,43	0,99	0,57	0,57	1,42
Пыль «КФ»	90,11	1,93	0,71	0,97	-	0,87	0,02	0,21	1,16	2,25



*Исследованная отработанная формовочная смесь «Западно-Сибирского металлургического комбината» («ЗСМК»)* представляет собой побочный продукт литейного производства. Основу смеси составляет формовочный песок не менее 96%, щелочные металлы не более 1,5 %, оксид железа не более 1%, а также глинистая составляющая не более 2 %. Использование ОФС предусмотрено в качестве мелкого заполнителя для высокопрочного бетона. По результатам отсева выявлено, что ОФС по модулю крупности ( $M_{кр}$ ) относится к мелким пескам,  $M_{кр}=1,26$ . ОФС предусмотрено применить, как мелкий заполнитель бетона.

*Доменный шлак «ЗСМК»* получают путем медленного охлаждения металлургического шлака в цехе переработки доменного шлака (ЦПДШ), его предполагается применить, как крупный заполнитель [2]. Шлак характеризуется плотной структурой, имеет высокую прочность на сжатие до 63 МПа, что удовлетворяет требованию предъявляемые к крупному заполнителю для высокопрочного бетона. Технические требования к заполнителю из доменного шлака регламентирует ГОСТ 5578. Основные физико-механические свойства дробленного медленноохлажденного доменного шлака следующие: истинная плотность – 2900 кг/м<sup>3</sup>; насыпная плотность – 1510 кг/м<sup>3</sup>; межзерновая пустотность – 15 %; истираемость – 47 %.

Исследуемый шлак относится к кислым, ближе к нейтральным, модуль основности ( $M_o$ ) равен 0,87; модуль активности ( $M_a$ ) шлака составил 0,33; модуль кислотности -  $M_k= 1,02$ ; силикатный модуль -  $n=2,85$  (формулы 1 и 2).

$$M_k = \frac{SiO_2 + Al_2O_3}{CaO + MgO} M_o \quad (1)$$

$$n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} \quad (2)$$

Проводимый анализ доменных шлаков «ЗСМК» показал допустимое содержание оксидов, а именно:  $MnO \leq 4$  %,  $SO_3=5$  %,  $MgO=1,8$  %, согласно требованиям ГОСТ 3476 (для заполнителя бетона).

*Газоочистная пыль ферросплавного производства «Кузнецкие ферросплавы» («КФ»)* образуется при производстве ферросилиция [3]. Представляет собой светло-серый супердисперсный порошок с удельной поверхностью от 2000 до 3000 м<sup>2</sup>/кг. Свойства пыли регламентирует ГОСТ 56178. Проводимый химический анализ разных отобранных проб показал стабильность химического состава пыли, что является необходимым требованием для применения ее в качестве сырья для бетонов. Пыль «КФ» предполагается использовать как наполнитель в высокопрочный бетон. Химический состав пыли «КФ» представлен оксидом кремния ( $SiO_2$ ) равным 90 %. После термообработки кремний приобретает активные свойства и может повысить плотность и прочность бетона.

*Исследование на экологичность* необходимо для проверки влияния сы-

рья на здоровье человека. Предполагается исследование на радиоактивность и токсичность всех выше перечисленных отходов.

Радиоактивными элементами являются  $Ra^{226}$  (радий),  $Tn^{232}$  (торий),  $K^{40}$  (калий). Суммарная активность определяется по формуле 3:  $A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31 \cdot A_{Tn} + 0,085 \cdot A_K$  [Бк/кг] (3).

Удельная эффективная активность естественных радионуклидов (ЕРН) шлака составила  $A_{эфф}=170$  Бк/кг, а ОФС  $A_{эфф}=49$  Бк/кг, то есть согласно нормам радиационной безопасности (НРБ-96), отходы относятся к первому классу материалов ( $A_{эфф}<370$  Бк/кг) и могут использоваться в стройиндустрии.

*Токсичность сырья* определяется количеством вредных веществ, выделяемых в атмосферу. К ним относятся: марганец и его соединения, мышьяк, двуокись азота, оксид углерода, пыль нетоксичная, ртуть металлическая, свинец и его соединения, свинец сернистый, сажа(копоть), серная кислота, сернистый ангидрит, сероводород, фтор и фтористый водород, хлор, хлористый водород. Их количество не должно превышать ПДК (предельно допустимая концентрация).

Установлено, что ОФС, доменные шлаки и газоочистная пыль соответствуют нормам по экологичности и могут быть применены, как заполнители для высокопрочного бетона.

*Исследование на возможность применения шлака, как заполнителя.* Для использования доменного шлака «ЗСМК» в качестве заполнителей для высокопрочного бетона, необходимо проверить его на стойкость к распадам. Известно, что при повышенном содержании CaO шлаки склонны к силикатному распаду [4]. Проводимые лабораторные исследования методом попеременного пропаривания и насыщения водой выявили стойкость шлаков «ЗСМК» к силикатному распаду. В ходе эксперимента также проводились исследования шлака на известковый, железистый и марганцевый распад. Все испытания проб показали стойкость шлака к различным распадам.

*Расчет состава высокопрочного бетона* осуществлялся по методике, предложенной Б.Г. Скрамтаевым и Ю.М. Баженовым [5]. Метод заключается в установлении расхода всех основных компонентов бетонной смеси на  $1 \text{ м}^3$ , исходя из абсолютных объемов этих компонентов. Предполагается получить бетон марки 600. Помимо этого, для приготовления высокопрочного бетона необходим оптимальный гранулометрический состав мелкого заполнителя с модулем крупности от 2,10 до 3,25. Поскольку модуль крупности ОФС составляет 1,26, то для повышения значения модуля крупности предусмотрено добавить дробленый шлак «ЗСМК» фракцией 0...5 мм ( $M_{кр}=3,4$ ). Соотношение фракций взято, как 1:1. Зерновой состав отходов приведен на рисунке 1.

В результате модуль крупности ( $M_{кр}$ ) оптимального состава мелкого заполнителя составил 2,32, что удовлетворяет требованиям, предъявляемым к высокопрочным бетонам. Для улучшения свойств бетонной смеси и бетона предусмотрено применить гидрофобную добавку «Пластил». Состав компонентов для высокопрочной бетонной смеси М600 следующий: вяжущее - ЦЕМ I 42,5Н; крупный заполнитель – доменные шлаки (фр. 20...40 и 10...20

мм, 1:1); мелкий заполнитель – ОФС и шлак (1:1); добавка химическая – гидрофобизатор «Пластил» (1,5 % от массы цемента); минеральная добавка – газоочистная пыль (10 % от массы цемента); вода.

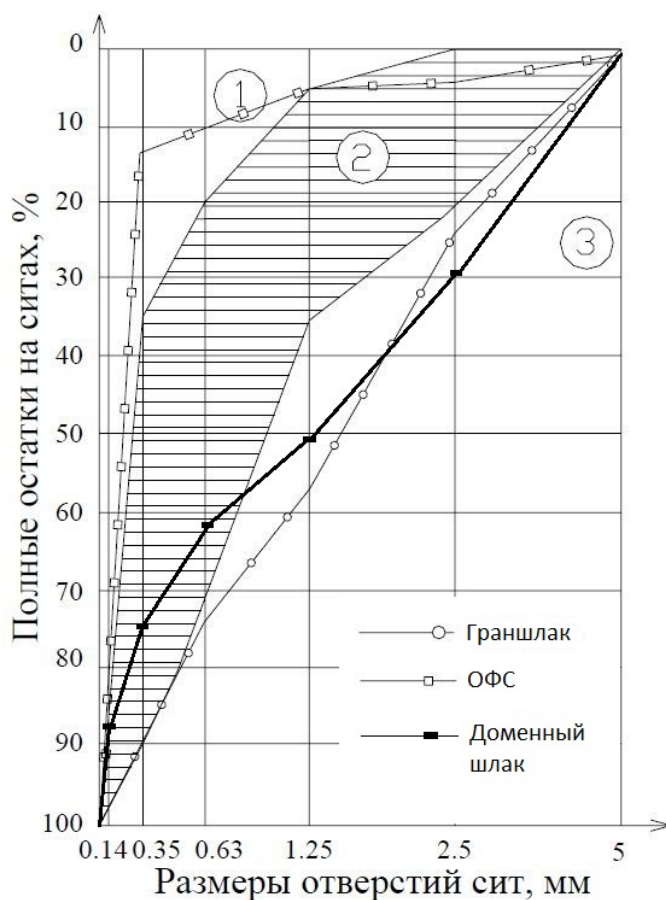


Рисунок 1 – Гранулометрический состав отходов, как заполнителя бетона

В результате расчетов расход компонентов на 1 м<sup>3</sup> высокопрочного бетона М600 составил:

Таблица 3 - Расход компонентов на 1 м<sup>3</sup> высокопрочного бетона М600

Сырье	Ед. измерения	Расход
ЦЕМ I 42,5Н	кг	430
Шлак фр. 20...40 и 10...20 мм – 1:1	кг	1 273
ОФС и шлак фр. 0...5 мм – 1:1	кг	697
Вода	л	87
Добавка химическая – «Пластил»	кг	10,8
Газоочистная пыль	кг	43

Технология приготовления высокопрочного бетона сводится к точной дозировке всех компонентов по массе, их загрузки в смеситель и тщательно-му перемешиванию. Наилучшим условиям для твердения высокопрочного бетона являются нормальные [5], так как повышение температуры твердения приводит к температурно-влажностным деформациям и неравномерной усад-

ки цементного камня.

В ходе лабораторного эксперимента были изготовлены образцы кубов (15x15 см). По истечению 28 суток, образцы подверглись испытанию на сжатие. В результате испытания получен бетон, обладающий прочностью равной 62 МПа, что относит его к марке 600 (В45).

*Вывод:* в работе исследованы техногенный отход – ОФС, доменный шлак «ЗСМК» и газоочистная пыль «КФ», как сырье для получения высокопрочного бетона. Установлено, что отходы пригодны к использованию в качестве экологичных заполнителей и наполнителей в бетонную смесь, имеют одинаковый химический состав и стойки к распадам. Рассчитан состав высокопрочного бетона и разработана технология его получения. Изготовленные и испытанные лабораторные образцы бетона подтвердили марку 600, класс В 45.

#### Библиографический список

1. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография/СибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.
2. Оценка качества промышленных отходов: Метод. пособие / В.Ф. Панова, С.А. Панов, И.В. Камбалина. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – 29 с.
3. Павленко С.И. Мелкозернистые бетоны из отходов промышленности: Учеб. пособие / С.И. Павленко-М.: АСБ, 1997. – 176 с.
4. Качественная оценка заполнителей для тяжелого бетона по технологическим характеристикам: Метод. указ. / Сост.: С.И. Меркулова, А.А. Карпачева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2007.-24 с.
5. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебное пособие для технологических специальностей строительных вузов. 2-е издание., перераб. – М.: Высш.шк., 1987. – 415 с.

УДК: 620.17[691.658.567.1]

### **МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ОТХОДА, КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА**

**Сорочинский А.В.**

**Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Панова В.Ф.,  
канд. техн. наук, доцент Панов С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

В статье рассмотрены основные свойства отвалной золошлаковой смеси Кузнецкой ТЭЦ, применения её в роли заполнителя, а также проверка данного отхода на экологичность и токсичность. Приведена методика расчета состава бесклинкерного вяжущего и технология его получения. Дан анализ оценки ЗШС на стойкость к силикатному распаду.

Ключевые слова: заполнитель, золошлаковая смесь, гипсовый камень, известь, расчет, силикатный распад.

Для использования ВМР в стройиндустрии необходимо проводить не только аппаратные, но и лабораторные исследования. Возможно применение расчетных методик для оценки свойств отхода. В настоящей работе приведена методика расчета состава бесклинкерного цемента и анализ оценки ВМР, как заполнителя для бетонов и растворов.

*Цель работы:* описать расчетный способ получения бесклинкерного цемента из ВМР и оценки его, как заполнителя, на примере использования золошлаковой смеси (ЗШС) Кузнецкой ТЭЦ.

*Задачи:* описать основные свойства золошлаковой смеси; исследовать отход энергетики на экологичность и токсичность; дать методику расчета состава бесклинкерного цемента на основе ЗШС; оценить ЗШС на стойкость к силикатному распаду.

Характеристики изучаемых сырьевых материалов приведены ниже (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав исследуемого сырья.

Материал	Содержание, %								
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Σ
Отвальная ЗШС	41,65	19,85	4,88	1,84	6,15	2,06	1,26		100
Известь	0,58	-	82,8	3,62	-	0,15	-		100

*Золошлаковая смесь (ЗШС)* состоит из золы и шлака, образующихся на тепловых электростанциях при сжигании углей. Золошлаковые смеси классифицируются по ГОСТ 25592-91. Исследуемая ЗШС по виду сжигаемого угля относится к каменноугольной (КУ), по химическому составу к низкольцевой, т. к. содержание CaO+MgO не превышает 20 %, по химическому составу она «кислая» (К), так как содержание CaO < 10 % (CaO = 4,88 %). По содержанию горючих веществ (потере массы при прокаливании) является высокогорючим, так как п.п.п. более 10 % (п.п.п. = 23,5 %). Известно, что остаточный углерод отрицательно влияет на свойства материалов, поэтому данная ЗШС перед применением должна пройти обогащение, цель которого убрать примеси горючих веществ с их остатком не более 5 % [3]. Предполагается исследование ВМР на радиоактивность и токсичность [1]. Установлено, что ЗШС Кузнецкой ТЭЦ соответствуют нормам по экологичности и может быть применена для производства стройматериалов. Данный отход образуется в результате тепловой обработки (сжигания) угля. Угольные пласты, как правило, содержат глинистые составляющие, последние при обжиге активизируются с образованием активных оксидов кремния и алюминия, а также низкоосновных силикатов кальция. Они обладают вяжущими свойствами. Для применения ЗШС, как вяжущего, необходим щелочной активизатор, в качестве которого применена известь.

Исследуемая известь относится к кальциевой I сорта, т.к. содержание CaO в пределах 70-96 %, а MgO не превышает 2 %, (таблица 1). Количество непогасившихся зерен в негашенной комовой извести 6 %; Потери при прокаливании более 10 % (п.п.п. = 13 %); скорость гашения до 8 минут (6 минут) [3].

*Методика расчета состава бесклинкерного цемента.* Методика основана на расчете коэффициента основности  $K_{осн}$ . В общем виде  $K_{осн}$  определяется по формуле:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) + x \cdot B_n O_m}{(0,93 \cdot SiO_2 + y \cdot R_n O_n)}$$

Предполагаемый состав цемента следующий: «кислый» компонент – ЗШС ( $K_{осн \text{ ЗШС}} = -0,2$ ); щелочной активизатор – известь ( $K_{осн \text{ извести}} = 159,48$ ). Для активизации алюминатной составляющей золы применен сульфатный активизатор - гипсовый камень.

*Расчет состава цемента,* осуществляется по уравнению:

$$\frac{[(CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O) - (n \cdot 0,93 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)] \cdot X}{(n \cdot 0,9 \cdot SiO_2 + 0,55 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3) - (CaO + 0,93 \cdot MgO + 0,6 \cdot R_2O)} = 1$$

В уравнении коэффициент основности шихты цемента принят  $N=1,5$ . В числителе записывается химический состав «основного» компонента – известь ( $K_{осн} > 1$ ). В знаменателе приводится химический состав «кислого» компонента – ЗШС ( $K_{осн} < 1$ ). В формуле X – количество массовых частей «основного» компонента, приходящегося на одну весовую часть «кислого».

Установлено, что на одну часть ЗШС необходимо добавить 0,775 части известкового компонента, т.е. на 1 кг ЗШС – 775 г извести, в процентном соотношении компонентов: извести – 43,7 %, ЗШС – 56,3 %.

*Расчет количества сульфатного активизатора* в виде гипсового камня (Г.К.) ведется по формуле:

$$ГК = \frac{0,478 \cdot \sum Al_2O_3}{a_Г} = 8\%$$

где  $a_Г$  содержание чистого гипса.

Учитывая, что по расчету получено  $Г.К. = 8\%$ , необходима проверка на содержание  $SO_3$  в шихте цемента. Согласно ГОСТ 10178-85 допустимое содержание гипса в перерасчете на  $SO_3$  должно быть менее 5 % [2]. Содержание  $SO_3$  в цементе за счет добавки гипсового камня определяется по формуле:

$$SO_3^{ГК} = \frac{ГК}{\frac{M_{CSO_4} \cdot 2H_2O}{M_{SO_3}}} = 3,72\%$$

Общее содержание  $SO_3$  за счет всех компонентов цемента, определяется по формуле:

$$\sum SO_3 = SO_3^{ГК} + SO_3^{1К} \cdot \frac{b1}{100} + SO_3^{2К} \cdot \frac{b2}{100} = 4,9\%$$

где  $SO_3^{1K}$ ,  $SO_3^{2K}$  – содержание алюминатов в первом и втором компоненте (таблица 1);

$b_1, b_2$  - процентное содержание компонентов в цементной шихте.

Установлено, что общее содержание  $SO_3$  в цементной шихте не превышает 5 %, т.е. расчетное количество  $GK=8\%$  является достоверным.

*Технология получения бесклинкерного цемента.* Для получения вяжущего его компоненты: известь и гипсовый камень требуют дробления и измельчения, также как и ЗШС и далее они дозируются в шаровую мельницу и измельчаются до  $S_{уд}=500 м^2/кг$ . Готовый цемент хранится в силосах. Для получения изделий на данном цементе необходима тепловлажностная обработка (автоклав или пропарочные камеры).

Методика исследования на силикатный распад, т.е. на возможность применения ЗШС, как заполнителя [1].

Предполагаются следующие формулы оценки устойчивости техногенных отходов против силикатного распада:

$$SiO_{2min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5} \quad (1)$$

$$CaO_{max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8} \quad (2)$$

По результатам расчета установлено, что ЗШС может применяться в качестве заполнителя, так как:  $SiO_{2рас} (27,536) < SiO_{2факт} (41,65)$ , а  $CaO_{рас} (38,24) > CaO_{факт} (4,88)$ .

*Вывод:* в работе исследованы техногенный отход – ЗШС Кузнецкой ТЭЦ. Установлено, что ЗШС относится к группе «ультракислых» ( $k=-0,2$ ), а известь к группе «ультраосновных» ( $k_{осн}=159,48$ ). Методика расчета состава бесклинкерного цемента основана на данных  $K_{осн}$  сырья их компонентов: «кислого» - ЗШС, «основного» - известь и сульфатного активизатора – гипсовый камень. Получен следующий состав цемента: ЗШС – 52,13 %, известь – 40,5 %, гипсовый камень – 7,4 %. Полученное вяжущее обладает активностью 250 кг·с/см<sup>2</sup>. Для увеличения активности такого цемента требуется повышенная тонкость помола, более 500 м<sup>2</sup>/кг, изделия из такого сырья требуют тепловой обработки.

#### Библиографический список

1. Вторичные минеральные ресурсы (ВМР) – сырье как для стройиндустрии. Методы исследования : метод.указ. /СибГИУ; сост.: Панова В.Ф. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – 43 с.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества: учеб.для вузов / А.В. Волженский. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 464 с.
3. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии : монография / В.Ф. Панова. – Новокузнецк : СибГИУ, 2009. – 289 с.

## СИСТЕМЫ ПОКВАРТИРНОГО ОТОПЛЕНИЯ

**Бояринцева Е.А.**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

В статье рассмотрена система поквартирного отопления в России, ее плюсы и минусы.

Ключевые слова: поквартирное отопление.

Для многих регионов нашей страны зимние морозы являются своеобразным экзаменом «на прочность». Изношенные до предела тепловые сети (ТС) не выдерживают дополнительных нагрузок. Из-за аварий на теплотрассах теплоснабжения лишаются десятки населенных пунктов, сотни жилых многоквартирных домов. Так, в 2003 г. наиболее всего пострадали жители республики Карелия, в отдельных районах которой температура достигала минус 47 °С. В сложившейся обстановке приходилось, в срочном порядке, устанавливать «буржуйки» и переходить, таким образом, с центрального отопления на автономное. Это и позволило спасти людей от замерзания.

В сложившейся неблагоприятной экономической обстановке, которую переживают в настоящее время многие регионы страны, вопрос перевода жилых домов с центрального на поквартирное (автономное) отопление (ПО), приобретает особое значение. Ведь не секрет, что тарифы на энергоносители продолжают безудержно расти, а, следовательно, растет и стоимость отпускаемой тепловой энергии (ТЭ). Квартиросъемщику приходится оплачивать не только стоимость полученной им ТЭ, но еще и ее потери в ТС, т.к. они заложены уже в тарифе на отпускаемое тепло. Отсутствие поквартирного учета потребляемой ТЭ также увеличивает расходы квартиросъемщика на ее оплату.

Максимальное же приближение источника тепла к его потребителю, обеспечение учета потребляемых энергоресурсов, позволят при децентрализованном теплоснабжении обеспечить реальную экономию газового топлива, а следовательно и денежных средств. В этом случае исключаются потери в ТС, и вообще, снимается проблема учета и оплаты ТЭ [1].

На сегодняшний день около 80 % российского городского жилого фонда получает тепло от централизованных источников и всего 20 % зданий оснащено системами поквартирного отопления. Тем не менее, последнее наиболее выгодно и городским властям, и строительным компаниям, и покупателям жилья.

Поквартирное отопление – это автономное индивидуальное обеспечение отдельной квартиры в доме горячей водой для отопления и водоснабжения. Такой вид отопления широко развит в Европе.

В нашей стране эта технология применяется в 40 регионах: Ленинград-



ской, Белгородской, Тверской, Брянской, Калужской, Свердловской, Воронежской, Калининградской и многих других областях. Первый в России 10-этажный жилой дом с поквартирным отоплением был построен и введен в эксплуатацию в Смоленске в 1999 году организацией ООО «Гражданстрой». Главной целью стояло создание ни от чего не зависимой системы, ведь поквартирное теплоснабжение удобно именно автономностью – потребитель сам включает и выключает отопление в любой желаемый момент [2].

Анализ ряда проектов показывает, что поквартирные системы отопления имеют ряд преимуществ по сравнению с центральными системами:

- обеспечивают большую гидравлическую устойчивость системы отопления жилого здания;

- повышают уровень комфорта в квартирах за счет обеспечения температуры воздуха в каждом помещении по желанию потребителя;

- обеспечивают возможность учета тепла в каждой квартире и сокращение расхода тепла за отопительный период на 10–15% при автоматическом или ручном регулировании тепловых потоков;

- удовлетворяют требования заказчика по дизайну (возможность выбора типа отопительного прибора, труб, схемы прокладки труб в квартире);

- обеспечивают возможность замены трубопроводов, запорно-регулирующей арматуры и отопительных приборов в отдельных квартирах при перепланировке или при аварийных ситуациях без нарушения режима эксплуатации систем отопления в других квартирах, возможность проведения наладочных работ и гидростатических испытаний в отдельной квартире [3, 4].

Люди ценят комфорт, удобство и выгоду, именно поэтому все больше покупателей интересуются жильем с поквартирным теплоснабжением. Конечно, первоначальные затраты со стороны строительной организации на возведение здания высоки – в каждую квартиру необходимо поставить котел, но при этом становится возможным вести строительство в районах, не обеспеченных развитой инфраструктурой тепловых сетей.

Заинтересованы в строительстве домов с ПО и органы исполнительной власти, так как это ведет к экономии – нет необходимости организации теплосетей и тепловых пунктов, исключаются потери тепла в теплосетях.

Наряду с преимуществами у систем индивидуального отопления есть и недостатки. В первую очередь это сложность в организации дымоотвода. В России запрещены коаксиальные выбросы продуктов сгорания (через фасад здания), следовательно, необходима организация одного общего дымохода. Это дорогостоящий и трудоемкий процесс. Второй недостаток — повышенная опасность, так как в каждой квартире стоит отопительный агрегат, работающий на взрывоопасном топливе – на газу. Однако при использовании качественного оборудования утечек и взрывов можно не бояться [2].

Нерешенным до конца вопросом остается отсутствие должной нормативной базы для организации ПО в многоквартирных домах. На данный момент его решение передано в руки организаций, осуществляющих реализацию проектов ПО на местах, что представляет несомненные трудности при утвержде-

нии проектов. Определенный опыт в этом направлении приобретен в Смоленске, где были разработаны единственные существующие на сегодняшний день нормативные документы и утверждены местной администрацией [1].

Итак, системы поквартирного отопления имеют больше плюсов, чем минусов. Для строительных организаций нет необходимости в дорогостоящих тепловых сетях, появляется возможность вести строительство в районах, не обеспеченных развитыми коммуникациями. С помощью поквартирного отопления возможно экономить значительные денежные ресурсы. Для конечных потребителей это дополнительный комфорт и удобство, отопление и горячая вода круглый год, вне зависимости от плановых отключений, способ сэкономить средства [2].

#### Библиографический список

1. Балабанов М.Ф. Переход на поквартирное отопление как альтернатива решения одной из проблем коммунальной реформы [Электронный ресурс] / Журнал «Новости теплоснабжения», №3 – 2006. Режим доступа: [http://www.rosteplo.ru/Tech\\_stat/stat\\_shablon.php?id=2326](http://www.rosteplo.ru/Tech_stat/stat_shablon.php?id=2326) (дата обращения: 17.12.2016).

2. Борисова О. Проектирование жилых домов с поквартирным отоплением [Электронный ресурс] / Журнал «СОК», №1 – 2013. Режим доступа : <http://www.c-o-k.ru/articles/proektirovanie-zhilyh-domov-s-pokvartirnym-otopleniem> (дата обращения: 17.12.2016).

3. Садовская Т.И. Система поквартирного отопления [Электронный ресурс] / Журнал «Энергосбережение», №1 – 2003. Режим доступа : [https://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=1954](https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=1954) (дата обращения 17.12.2016).

4. Казадаев И.А., Баклушина И.В. Преимущества и особенности проектирования систем отопления с поквартирной разводкой / Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием/ Сиб. гос. индустр. ун-т.: под общей редакцией И.В. Зоря, А.Ю. Столбоушкина, А.А. Оленникова. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – С. 220-222.

УДК 697.91

## **ВЕНТИЛЯЦИЯ В ПОМЕЩЕНИЯХ МАЛЫХ ОБЪЕМОВ**

**Варвянский В.А**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

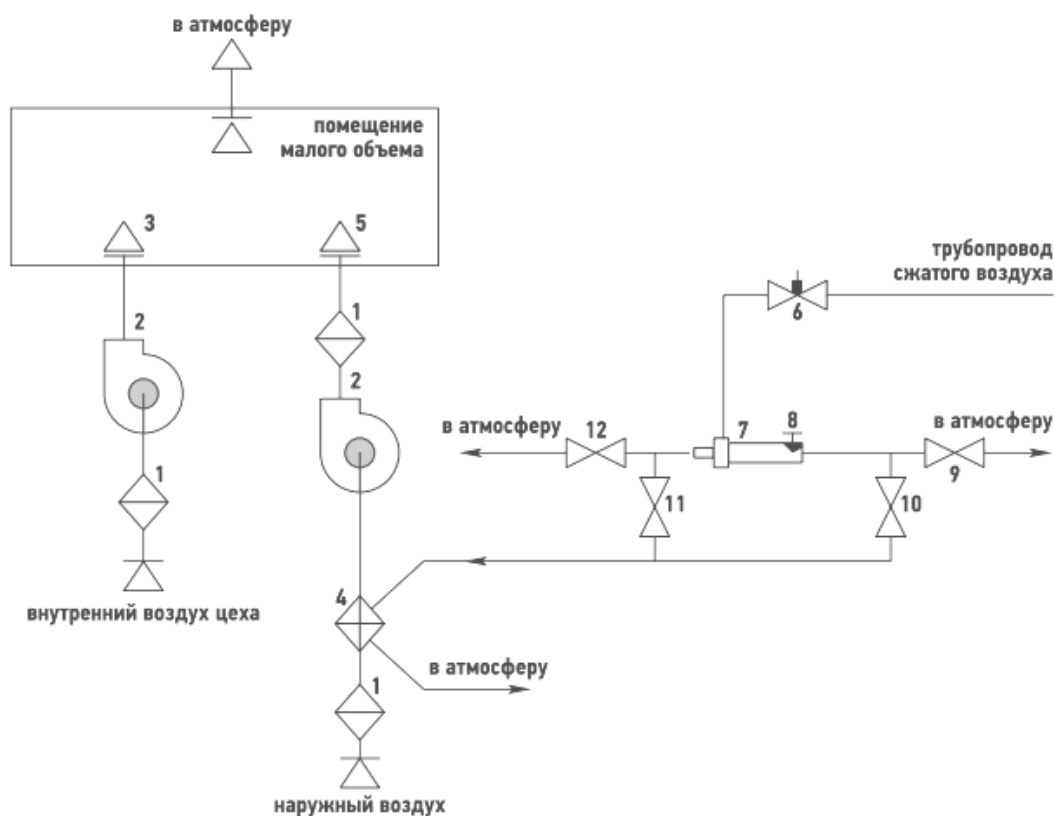
В статье описана принципиальная схема системы индивидуальной вентиляции для помещений малых объемов. Описан принцип работы и способы альтернативного использования.

Ключевые слова: индивидуальная вентиляция, вихревая труба, параметры вдыхаемого воздуха, снизить вредные воздействия

Снижение уровня вредных воздействий на организм человека является актуальной задачей. Вентилируемые помещения малого объема (например, кабины операторов пультов управления оборудованием) находят широкое распространение в производственных зданиях различного назначения, особенно в цехах с напряженным тепловым режимом [1].

С целью разработки принципиальной схемы системы индивидуальной вентиляции в вентилируемых помещениях малых объемов и обоснования возможности использования вихревой трубы (ВТ) в этой системе, было проведено исследование [1]. Для решения поставленной задачи выполнен анализ известных работ по исследованию качества внутреннего воздуха и проведены экспериментальные исследования ВТ.

В качестве генератора холода для системы индивидуальной вентиляции возможно применение ВТ [2]. Для работы ВТ требуется сжатый воздух. Отбор небольшого количества сжатого воздуха для ВТ всегда возможен. Принципиальная схема системы вентиляции помещения малого объема показана на рисунке 1.



1 – фильтр; 2 – вентилятор; 3,5 – воздухораспределители; 4 – теплообменник; 6- клапан регулирующий; 7 – вихревая труба (ВТ); 8 – дроссельный вентиль; 9,11,11,12 – запорные устройства

Рисунок 1 – Принципиальная схема вентиляции помещения малого объема

Приточная вентиляция решена с помощью общеобменной системы и системы индивидуальной вентиляции, подающей воздух улучшенных кондиций непосредственно в зону дыхания оператора. Остановимся на последней подробнее. Сжатый воздух поступает в ВТ 7, где разделяется на охлажденный и нагретый потоки. Охлажденный поток поступает в воздуховоздушный теплообменник 4, а нагретый поток в атмосферу.

Дроссельный клапан 8 служит для регулирования величины относительного расхода охлажденного потока. Давление сжатого воздуха перед вихревой трубой регулируется клапаном 6. Очищенный в фильтре 1 и охлажденный в воздуховоздушном теплообменнике 4 наружный воздух с помощью вентилятора 2 подается воздухораспределителем 5 в помещение. Воздухораспределитель сосредоточенной подачи воздуха 5 расположен на панели управления и направляет струю приточного охлажденного воздуха в зону дыхания оператора.

Предложенная схема позволяет использовать ВТ также в качестве теплового насоса. В холодный период года с помощью переключения запорных устройств 9, 10, 11, 12 нагретый в ВТ воздух поступает в теплообменник 4 и нагревает наружный воздух, который поступает через воздухораспределитель 5 в помещение. Регулирование тепло- и холодопроизводительности предлагаемой системы осуществляется с помощью регулирования работы ВТ [3].

Воздухоохладитель 4 выполнен в виде теплообменника типа «труба в трубе». Площадь теплообменной поверхности составляет  $0,116 \text{ м}^2$ . Воздухораспределение предусмотрено душирующей струей воздуха, чтобы на своем пути она по возможности минимально подмешивала нагретый и загрязненный воздух (рисунок 2). Воздух подавался снизу вверх под углом  $30^\circ$ . Поскольку в качестве генератора холода используется ВТ, то при расчете воздухораспределителя рассматривался вариант неадиабатного охлаждения воздуха.

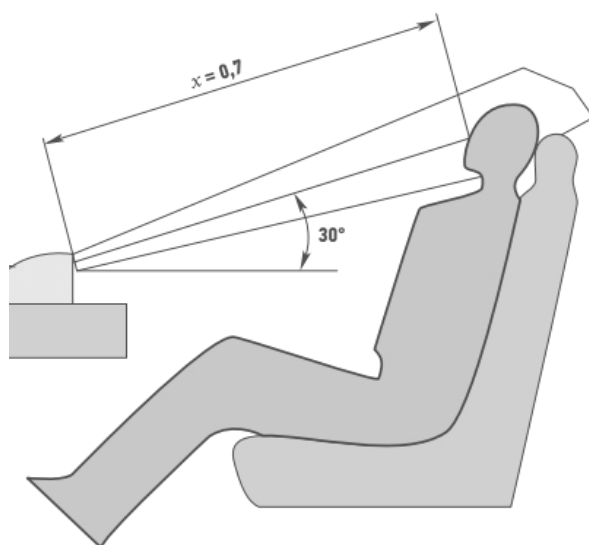


Рисунок 2 –Схема воздухораспределения душирующей струей воздуха

Исходя из решения прямой задачи воздушного душирования, расчетная площадь воздухораспределителя составила  $0,0484 \text{ м}^2$ , что позволяет установить его на панели управления. Для данного рассмотренного случая голова оператора располагается на начальных по температуре и скорости участках струи.

Таким образом, применение предложенной принципиальной схемы системы индивидуальной вентиляции помещений малых объемов позволит улучшить параметры вдыхаемого воздуха и снизить вредные воздействия на организм оператора. Простота конструкции и возможность использования заводской пневмосети в качестве источника энергии делает заманчивым применение ВТ в качестве генератора тепла и холода предложенной системы.

#### Библиографический список

1. Дыскин Л.М. Вентиляция в помещениях малых объемов [Электронный ресурс]/ Л.М. Дыскин, Т.А. Голованова // Сантехника, отопление, кондиционирование.– Режим доступа :<https://www.c-o-k.ru/articles/ventilyaciya-v-pomescheniyah-malyh-ob-ёмov>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Дыскин Л.М., Голованова Т.А. Экспериментальные характеристики вихревой трубы // Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции. Мат. II-й Межд. науч.-техн. конф. - М.: МГСУ, 2007.
3. Дыскин Л.М., Голованова Т.А. Регулирование вихревых труб // Известия ВУЗов. Строительство, - 2008. – № 7.

УДК 644.11

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ**

**Деева А.И.**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

В статье рассмотрены факторы, влияющие на состояние систем отопления, режим работы систем отопления, основные причины сокращения срока службы систем отопления.

Ключевые слова: система отопления, эксплуатация систем, энергоэффективность, теплопотребление, климатические факторы, отопительный период, продукты коррозии.

Системы отопления жилых домов в процессе эксплуатации неизбежно подвергаются изменения. Через 15-20 лет конструкции системы отопления может значительно отличаться от проекта. Это связано с целым рядом факторов, таких как:

- несанкционированные реконструкции отдельных частей системы отопления по инициативе собственника жилья;
- замена одного типа отопительных приборов на другой в системе отопления в целом или ее части;
- установка запорной арматуры в местах, не предусмотренных проектом;
- замена одного вида трубопроводов на другой;
- ошибки при подключении отопительных приборов к стоякам отопления [1].

Все это приводит к нарушению циркуляции теплоносителя в системе отопления, гидравлической и тепловой разрегулировке, снижая тем самым энергоэффективность системы отопления. Кроме того, при реконструкции систем не всегда учитываются климатические факторы, которые в отдельных случаях могут иметь большое значение при распределении тепла в здании. Часто состояние систем отопления и падение ее энергоэффективности ухудшается еще и ошибками, допущенными еще на стадии проектирования [1].

В настоящее время с целью определения продолжительности отопительного периода и затрат топлива на обогрев жилых зданий при установлении годового теплопотребления их системами отопления учитывается только такой основной климатический фактор, как температура наружного воздуха. Однако учет влияния ветра и солнечной радиации, а также изменения по годам фактического значения средней за отопительный период температуры наружного воздуха, позволяет уточнить годовое теплопотребление системами отопления зданий и сроки начала-конца отопительного периода, что ведет к экономии затрат топлива на жилищно-коммунальный сектор без заметного снижения комфортных условий в жилых помещениях [2].

Основные влияния климатических факторов на теплопотребление жилых зданий:

- Влияние ветра и солнечной радиации.
- Влияние изменения фактического значения средней за отопительный период температуры наружного воздуха [2].

Влияние отдельных факторов по-разному сказывается как на величине, так и на характере изменения теплопотребности каждого помещения. Неоднозначно это влияние и для различно расположенных однотипных помещений зданий (например, на верхних и нижних этажах или разноориентированных по сторонам горизонта). Таким образом, режим работы системы отопления в течение отопительного сезона должен быть связан с переменным значением недостатка теплоты, определяемым изменением отдельных составляющих теплового баланса помещений.

Износ системы водяного и парового отопления при длительной эксплуатации происходит под воздействием внутренней, а иногда и внешней коррозии. Вследствие отложения взвешенных частиц и образования накипи повышается гидравлическое сопротивление теплопроводов, отопительных

приборов, ухудшаются их теплотехнические свойства. Этим же процессам подвержены оборудование систем (теплообменники, баки, воздухоборники, грязевики и пр.) и запорно-регулирующая арматура.

Исследования показывают, что основной причиной сокращения срока службы систем центрального отопления (возникновения внутренних отложений на стенках труб) является заполнение системы водой без дополнительной химической подготовки. В отличие от котлов и теплообменников, в которых отложения образуются, главным образом, из солей кальция и магния, осаждающихся из жесткой воды во время ее нагрева, в системах центрального отопления образуются отложения, которые состоят из продуктов коррозии (растворенных в воде оксидов железа) Эти отложения образуют шлам, тонкие или достаточно толстые слои шлама тесно прилегают к стенкам металла и имеют вид ржаво-коричневых наростов, прилегающий к стенкам трубы слой имеет черный цвет. Продукты коррозии при повышенной влажности постепенно занимают все больший объем, постепенно блокируют трубопровод, что приводит к прекращению циркуляции воды и, как следствие, к недогреву помещений [3].

Независимо от химического состава и структуры отложений, образующихся в системе, их появление приводит к серьезному засорению и уменьшению пропускной способности трубопроводов, повышению их шероховатости, значительному увеличению гидравлического сопротивления. Кроме этого уменьшается коэффициент теплопередачи в отопительных приборах, трубах, теплообменниках системы отопления и, соответственно, их КПД. Возрастает расход энергии, уменьшаются средняя температура отопительных приборов, количество отдаваемого в обогреваемое помещение тепла, температура в этих помещениях [3, 4].

На сегодняшний день существует множество способов очистки отложений в системах отопления, такие как:

- гидродинамическая промывка (заключается в удалении накипи путем очистки системы отопления тонкими струями воды, подаваемыми в трубы через специальные насадки под высоким давлением);

- пневмогидроимпульсная промывка (позволяет проводить промывку труб путем многократных импульсов, выполняемых при помощи импульсного аппарата);

- химическая промывка (является наиболее распространенным вариантом безразборной промывки трубопроводов, позволяет сравнительно легко перевести в растворенное состояние большую часть накипи и отложений и вымыть их из системы отопления);

- дисперсная промывка (инновационный способ);

- электрогидроимпульсная (предназначена для очистки от накипи и отложений оборудования широкого спектра).

По оценке специалистов промывка стояков системы отопления по пред-

ложенному способу промывки считается удовлетворительной. Эндоскопическое обследование показало, что эффективность очистки всех стояков находится в диапазоне 70 – 80 %. Если тщательно выполнять промывку системы отопления сетевой водой в межсезонье, как это и полагается, то вполне реально еще 5 – 8 лет использовать существующие трубы системы отопления [3].

#### Библиографический список

Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общей редакцией И. В. Зоря, А. Ю. Столбоушкина, А. А. Оленникова. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – 339 с.

Чапаев, Д. Б. Влияние климатических факторов на теплопотребление жилых зданий / И.В. Зоря, А.А. Оленников // Известия вузов. Строительство. – 2014. – №2. – С. 89.

Осокин, Е.В. Одна из причин недогрева жилых помещений в отопительный период года / А.А. Оленников, П.П. Кирилов, В.В. Николенко, Е.Л. Гуца // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2015. – №4 (14). – С. 41-44.

Баклушина И.В. Обследование системы отопления многоквартирного жилого дома / Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Сиб. гос. индустр. ун-т. : под общей редакцией И.В. Зоря, А.Ю. Столбоушкина, А.А. Оленникова. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – С. 215-217.

УДК 644.1

### **КОНДИЦИОНЕРЫ СПЛИТ-СИСТЕМ**

**Наумочкина В.С.**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

В статье рассмотрено строение и принцип работы кондиционеров сплит-систем, способ применения в жилых и общественных зданиях, режимы работы и энергоэффективность.

Ключевые слова: кондиционеры сплит-системы, кондиционирование, внутренний блок, внешний блок, хладагент, энергоэффективность.

Для кондиционирования воздуха в жилых и общественных (офисных) помещениях наибольшее распространение получили кондиционеры сплит-



систем. Сплит-система – это наиболее простой вариант децентрализованного автономного кондиционера.

Кондиционеры сплит-систем состоят из внешнего блока (компрессорно-конденсаторного агрегата) и внутреннего блока (испарительного). Во внешнем блоке находятся компрессор, конденсатор и вентилятор. Внешний блок может быть установлен на стене здания, на крыше или чердаке, в подсобном помещении или на балконе, то есть в таком месте, где горячий конденсатор может продуваться атмосферным воздухом более низкой температуры. Внутренний блок устанавливается непосредственно в кондиционируемом помещении и предназначен для охлаждения или нагревания воздуха, его фильтрации и создания необходимой подвижности воздуха в помещении. Блоки соединены между собой двумя тонкими медными трубками в теплоизоляции, которые закрываются декоративными пластиковыми коробами. Внутренние блоки сплит-систем эффективно поддерживают заданную температуру, обеспечивают равномерное распределение воздуха в помещении и работают практически бесшумно [1].

Основными требованиями к конструкции кондиционеров сплит-систем являются:

- доступная цена;
- бесшумность работы;
- надежность и долговечность;
- простота управления;
- широкий диапазон применения;
- легкий и быстрый монтаж.

Основным преимуществом кондиционеров сплит-систем является относительная простота конструкции, позволяющая получить достаточно низкую стоимость кондиционера при быстрой и легкой его установке. Недостатком таких кондиционеров является невозможность подачи в помещение свежего воздуха. Только модели большой мощности и настенно-потолочного типа позволяют организовать подмес небольшого количества свежего воздуха [1].

Кондиционеры сплит-систем предназначены для кондиционирования одной комнаты, при кондиционировании нескольких соседних комнат могут использоваться модели, в которых к одному наружному блоку подключены два внутренних блока или даже три-четыре блока, так называемые мульти-сплит-системы. Поэтому установка большого количества кондиционеров сплит-систем в одном здании не всегда допустима из-за большого количества внешних блоков и ухудшения внешнего вида здания. Установка внешних блоков во дворе здания может быть ограничена допустимой длиной соединительных трубопроводов. Поскольку внутренние блоки устанавливаются в помещениях, расположенных в разных зонах здания, и не всегда работают на полную мощность одновременно, то производительность наружного блока может быть меньше суммарной производительности внутренних блоков. При этом затраты на электроэнергию значительно снижаются [1].

Принцип работы любой сплит-системы основан на способности жид-

кости поглощать при испарении тепло и выделять его в момент конденсации. Газообразный фреон при низком давлении поступает в компрессор, где он нагревается под сжатием и направляется в конденсатор, обдуваемый холодным атмосферным воздухом. Фреон становится жидкостью и выделяет тепло, от которого нагревается воздух в кондиционере. Затем фреон отправляется в терморегулирующий вентиль, где он сужается и забирает тепло из воздуха. Далее циклы повторяются [2].

Кондиционеры сплит-систем бывают: настенные, напольно-потолочные, колонного типа, кассетного типа, многозональные с изменяемым расходом хладагента.

Наибольшее распространение получили настенные кондиционеры, в которых к одному наружному блоку подключается один внутренний блок. Управление работой такого кондиционера осуществляется с помощью пульта дистанционного управления. Мощность настенных кондиционеров ограничена, что может вызывать у потребителя неприятные ощущения.

Кондиционеры напольно-потолочного типа устанавливаются в помещениях, где необходима установка мощного кондиционера или в вытянутых помещениях, они позволяют направить сильную струю вдоль стены или потолка, что обеспечивает равномерное распределение температуры воздуха в помещении. Внутренний блок устанавливается на стене или на потолке. Пульт управления может быть дистанционным или встраиваемый в конструкцию внутреннего блока.

Кондиционеры кассетного типа специально разработаны для больших помещений с подвесными потолками: офисов, супермаркетов, банков. Они очень хорошо вписываются в интерьер и имеют большую холодопроизводительность, создают сильный воздушный поток, первоначально подаваемый в потолочное пространство, а затем распределяемый по всему помещению. Такие кондиционеры имеют распределительные жалюзи с автоматическим регулированием направления воздушного потока [1].

Различные модели кондиционеров сплит-систем имеют основные режимы работы:

Охлаждение (снижение температуры в помещении), в этом режиме кондиционер включается при повышении температуры в помещении выше заданной и отключается после достижения оптимальной заданной температуры; обогрев (повышение температуры в помещении), кондиционер включается при понижении температуры в помещении ниже заданной, после достижения нужной температуры компрессор и вентилятор наружного блока отключаются; вентиляция, в этом режиме компрессор и вентилятор наружного блока выключены, а вентилятор внутреннего блока работает на скорости, заданной с пульта дистанционного управления [1]; осушка (снижение влажности в помещении).

Дополнительные режимы работы: ночной режим, режим FULL AUTO, горячий запуск, самодиагностика.

Так как вопрос энергосбережения должен являться определяющим [3], то в настоящее время существует большое число способов и показателей оценки энергоэффективности систем кондиционирования воздуха. Наибольшее распространение получили способы оценки термодинамической эффективности на основе холодильного коэффициента. В последние десятилетия в угоду сомнительной экологичности наблюдается постоянное ухудшение термодинамических характеристик хладагентов, применяемых в технике кондиционирования воздуха и холодоснабжения, при переходе от R22 к R407 и R410a. Этот переход сопровождается повышением рабочих давлений и ведет к увеличению энергозатрат [4]. Для сравнения энергоэффективности различных выпускаемых в настоящее время сплит-систем, работающих на хладагенте R410a был проведен ряд исследований согласно которым можно сделать вывод о том, что в конкретных климатических условиях и определенных параметрах микроклимата внутри помещения улучшить термодинамические характеристики сплит-систем кондиционирования можно следующими образами:

- путем увеличения изоэнтропической эффективности компрессоров, что приведет к уменьшению разности значений энтропии хладагента на выходе и входе компрессора;
- путем увеличения испарительной поверхности теплообменника;
- применением более энергоэффективных хладагентов, обладающих более низкими давлениями испарения и конденсации.

#### Библиографический список

5. Ананьев В.А., Балужева Л.Н., Гальперин А.Д., Городов А.К., Еремин М.Ю., Звягинцева С.М., Мурашко В.П., Седых И.В. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: учебное пособие – М.: «Евроклимат», издательство «Арина», 2000 – 416 с.

6. БАЛТ-КЛИМАТ «Основные элементы сплит-системы»: [http://baltclimat.ru/trademarks\\_p\\_12.html](http://baltclimat.ru/trademarks_p_12.html)

7. Вилегжанин, Л.С., Баклушина, И.В. Проблемы строительства и эксплуатации объектов теплоснабжения / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. – Новокузнецк, 2015. – С. 293-295.

8. В.С. Степанов, О.В. Сухарева, Е.Э. Баймачев, Д.С. Линкевич. Исследование энергоэффективности сплит-систем кондиционирования воздуха // Известия вузов. Строительство. – 2015, № 2 – ISSN 0536 – 1052

## РЕШЕНИЯ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

**Парчутов Д.И.**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

Ключевые слова: местный адиабатный увлажнитель; система кондиционирования воздуха; энергоэффективность.

В статье описана методика повышения энергоэффективности в системах кондиционирования воздуха с использованием роторного пластинчатого теплообменника.

Кондиционирование воздуха - автоматическое поддержание в закрытых помещениях всех или отдельных параметров воздуха (температуры, относительной влажности, чистоты, скорости движения воздуха) с целью обеспечения оптимальных метеорологических условий, наиболее благоприятных для самочувствия людей, ведения технологического процесса, обеспечения сохранности ценностей. [1]

Энергосбережение и энергоэффективность систем вентиляции и кондиционирования воздуха – один из главных вопросов современной науки, так как именно эти системы являются основными потребителями электроэнергии и потребителями теплоты в холодный период года в современных зданиях.

Одними из популярных энергоэффективных систем вентиляции и кондиционирования воздуха считаются центральные системы с доводчиками-фанкойлами. Во многих случаях системы кондиционирования воздуха с центральными кондиционерами и доводчиками-фанкойлами охладителями наиболее эффективны и конечно имеют право на существование. В некоторых случаях схемы с фанкойлами ничем не обоснованы.

Фанкойл – это специальный агрегат, который устанавливают в помещении. Он включает в себя фильтр, теплообменник с вентилятором, а также пульт управления, который, в свою очередь, может быть выносным или встроенным. Работа заключается в следующем. Вентилятор подает воздух из помещения на теплообменник фанкойла, который подогревается или охлаждается. Приточная установка или центральный кондиционер также может подавать небольшой объем свежего воздуха на сам агрегат. При этом система фанкойл одновременно решает задачу вентиляции. Система монтируется на потолке, стене или полу (расстояние 20-30 см). Есть еще и бескорпусные агрегаты, которые можно устанавливать за декоративными панелями или подвесными потолками. Фанкойлы изготавливают с одним либо двумя теплообменниками. В результате этого система бывает двухтрубной или четырехтрубной [2].

В схеме кондиционирования воздуха с фанкойлами для поддержания в помещении оптимальных параметров внутреннего воздуха в холодный пери-

од года требуется огромный расход теплоты. Сначала нужно нагреть наружный воздух, а потом, прежде чем подать в помещение, охладить в увлажнителе центрального кондиционера. Зимой фанкойлы вынуждены работать на охлаждение воздуха, если не охлаждать воздух, то может не хватить наружного воздуха для борьбы с теплоизбытками. Если зимой нужно охлаждать воздух в фанкойлах, значит для получения холода требуется холодильная машина, а также драй кулер (сухой охладитель) и промежуточный теплообменник. Следовательно, система кондиционирования воздуха с фанкойлами для холодного периода года - это очень энергоемкое решение.

Можно ли найти другое решение? Для поддержания требуемых параметров внутреннего воздуха предлагается применять местные адиабатные увлажнители. В качестве такого местного адиабатного увлажнителя в системе кондиционирования воздуха можно использовать роторный пластинчатый теплообменник (РИТМ), разработанный компанией ООО НИЦ «Инвенг» [3].

Система кондиционирования воздуха с применением местного адиабатного увлажнителя работает следующим образом: в помещение подается наружный воздух от центрального кондиционера, в составе которого, нужно предусматривать только нагрев в холодный период года и охлаждение в теплый период года. В схеме кондиционирования воздуха с местным адиабатным увлажнителем предлагается использовать именно адиабатное увлажнение внутреннего воздуха, что позволит сократить энергозатраты при увлажнении наружного воздуха в центральном кондиционере [4].

По сравнению с системой кондиционирования воздуха с фанкойлами в холодный период года система кондиционирования воздуха с местными адиабатными увлажнителями является наиболее энергоэффективной. Повышение энергоэффективности системы кондиционирования воздуха, направленное на снижение затрат на теплоту и электроэнергию, образуется за счет адиабатного увлажнения внутреннего воздуха при использовании местных адиабатных увлажнителей.

В современных многофункциональных, общественных, административных, офисных зданиях в холодный период года требуется искусственное охлаждение внутреннего воздуха, для этой цели рекомендуется применять схему системы кондиционирования воздуха с местными адиабатными увлажнителями, как одну из энергоэффективных схем систем вентиляции и кондиционирования воздуха [4].

#### Библиографический список

1. Википедия [Электронный ресурс]. Кондиционирование воздуха: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Кондиционирование\\_воздуха](https://ru.wikipedia.org/wiki/Кондиционирование_воздуха)
2. FB.ru [Электронный ресурс]. Фанкойл: <http://fb.ru/article/143960/fankoyl-cto-eto-takoe-vidyi-fankoylov>.
3. Н.А.Королева, М.Г. Тарабанов «НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ» Раздел: Архитектура и строительство. уцк 697.94

УДК 697.91

## **ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ**

**Руднева К.С.**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

В статье рассмотрено понятие вентиляции, классификация систем вентиляции, совместная работа вентиляторов в сети вытяжных каналов систем вентиляции жилых зданий, вентиляция помещений через потолочные перфорированные панели, вентиляция чистых производственных помещений

Ключевые слова: вентиляция, вытяжные каналы, вентиляционные блоки, потолочные перфорированные панели, приточный воздух, приточные струи, чистое помещение, избыточное давление, приточная система.

Для регуляции воздухообмена в помещении служит вентиляция. И так, регулируемый воздухообмен в помещении, удаление воздуха из помещения и замена его свежим, в необходимых случаях, обработанным воздухом, и называется вентиляцией [1].

При всём многообразии систем вентиляции, обусловленном назначением помещений, характером технологического процесса, видом вредных выделений, задачами, стоящими перед системами вентиляции, и т. п., их можно классифицировать по следующим характерным признакам:

- по назначению (вытяжные и приточные);
- сфере действия (местные и общеобменные);
- способу создания давления для перемещения воздуха (с естественным и механическим побуждением);
- конструктивным особенностям (канальные и бесканальные) [2].

Системы вентиляции жилых зданий проектируются, как правило, с естественным побуждением движения воздуха. Приток воздуха предусматривается через открывающиеся створки окон либо приточные устройства с регулируемым открыванием, удаление воздуха – через вытяжные каналы, расположенные во внутренних стенах или вентиляционных блоках.

Однако на стадии эксплуатации к вытяжным каналам зачастую подключаются кухонные вытяжки, осевые или канальные вентиляторы санузлов, кладовых и других помещений. В результате система вентиляции, запроектированная как естественная, начинает работать в режиме децентрализованного механического удаления воздуха, причем с периодическим

включением (выключением) отдельных вентиляторов.

Следует отметить, что характеристики вентиляторов, подключенных к одной сети вытяжных каналов, могут варьироваться в достаточно широких пределах. Последствия – существенное изменение проектного воздухообмена помещений, нарушение работы отдельных вытяжных каналов вплоть до их опрокидывания [3].

Увеличение производительности производств и связанное с этим уплотнение расстановки технологического оборудования приводит к значительным тепловым нагрузкам помещения. К таким производствам относятся текстильные предприятия, производства технических волокон, радиоэлектроники, торговые предприятия и др. Применение широко распространенных воздухораспределителей типа РР, АПН, ПН, ВСП и др. не позволяет обеспечить начальный перепад температуры приточного воздуха, например 10-16 °С, при котором удовлетворяют требования СанПиН и отсутствуют сквозняки. Для устранения указанного недостатка приточные струи обычно разбивают на малые струйки, причем использование камеры статического давления дает возможность обеспечить равные начальные импульсы силы в каждой струйке. Таким образом, этот недостаток устраняется использованием перфорированных панелей, которые имеют множество сквозных отверстий их конфигурация, размер и распределение по поверхности материала может быть разным, и давать тот или иной эффект.

Если воздух подается в помещение через перфорированную решетку со значительным количеством отверстий и малым шагом между ними, то подтекание воздуха из окружающей среды к центрально-расположенным струям затруднено, в результате чего в струе наблюдается разрежение [4].

Чистое помещение – помещение, в котором контролируется концентрация взвешенных в воздухе частиц, построенное и используемое так, чтобы свести к минимуму поступление, выделение и удержание частиц внутри помещения позволяющее, по мере необходимости, контролировать другие параметры, например, температуру, влажность и давление.

Основным принципом обеспечения «чистоты» является создание в «чистом» помещении избыточного давления по отношению к смежным с ним помещениям. Это обеспечивается созданием в нем дисбаланса воздуха, то есть разности между количеством приточного и вытяжного воздуха. Количество приточного воздуха должно превышать вытяжку минимум на 20% при условии, что рассматриваемое находится в центре здания, и не менее 30% при наличии в помещении отклонения, допускающего инфильтрацию. Это обеспечивает движение воздуха из помещений с высокими требованиями по чистоте в смежные помещения с более низкой степенью чистоты по мере убывания технологических требований.

В общем виде чистые помещения включают в себя следующие базовые элементы:

- ограждающие стеновые конструкции (каркас, глухие и остекленные стеновые панели, двери, окна);

- герметичные панельные и кассетные потолки со встроенными растровыми светильниками;
- антистатические полы;
- система подготовки воздуха;
- система управления инженерными системами чистых помещений
- воздушные шлюзы;
- передаточные окна;
- фильтро-вентиляторные модули для создания чистых зон внутри чистых помещений;

Приточная система чистого помещения работает, как правило, на базе центрального кондиционера, который готовит воздух по температуре, влажности, содержит одну или две ступени предварительной очистки, систему шумоглушителя. Затем, через воздуховоды, заканчивающиеся воздухораспределителями с фильтрами конечной очистки, воздух попадает в помещение [5].

#### Библиографический список

1. «Вентиляционные системы». Статьи: О вентиляции. [Электронный ресурс]/ <http://vs32.ru/2010-12-02-17-58-58/>.
2. Интернет – газета «Холодильщик» [Электронный ресурс] интернет-выпуск № 6(42), июнь, 2008 г./Вентиляция/ Е.А. Штокман - . – Режим доступа : [http://www.holodilshchik.ru/index\\_holodilshchik\\_issue\\_6\\_2008\\_Ventilation.htm](http://www.holodilshchik.ru/index_holodilshchik_issue_6_2008_Ventilation.htm).
3. Кривошеин М.А. К вопросу о совместной работе вентиляторов в сети вытяжных каналов систем вентиляции жилых зданий / М.А. Кривошеин // Омский научный вестник. – 2014. - №2. – С. 169.
4. Полушкин В. И. Вентиляция помещений через потолочные перфорированные панели / В.И. Полушкин, С.М. Анисимов // Вестник гражданских инженеров. – 2005. - №3(4). – С. 81 – 82.
5. Демин А.В. Вентиляция чистых производственных помещений / А.В Демин, С.С. Ишбулатова // TRANSPORT BUSSINES IN RUSSIA. – 2014. - №4. – С. 129.

УДК 644.61

## О СИСТЕМЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

**Стефанко А.Г.**

**Научный руководитель: Баклушина И.В.**

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

В статье рассмотрена проблема подачи воды в высотных зданиях.

Ключевые слова: система водоснабжения, водоснабжение, водопровод,



высотное здание, водоотведение.

Под системой водоснабжения подразумевается комплекс сооружений, необходимых для обеспечения водой потребителей в необходимом количестве, требуемого качества.

Системы водоснабжения разделяют на хозяйственно-питьевые, производственные и противопожарные. Помимо этого вода используется для мойки улиц, проездов, площадей, а также поливки зеленых насаждений и для других целей. В зависимости от вида объекта, снабжаемого водой, системы бывают городскими, поселковыми, промышленными и т.п. При этом система водоснабжения может обеспечивать водой как один объект, так и группу однородных и разнородных потребителей на территории района.

На промышленных предприятиях, в зависимости от схемы использования воды, системы классифицируются на прямоточные, с последовательным использованием воды, оборотные, замкнутые.

Система водоснабжения в процессе работы должна удовлетворять требованиям надежности и экономичности. Ошибки при определении степени надежности системы водоснабжения при ее проектировании, строительстве и эксплуатации может привести к серьезным сбоям в подаче воды. Под надежностью понимается способность системы обеспечивать потребителей водой в необходимых количествах, требуемого качества и под определенным напором. Одним из показателей надежности функционирования системы может служить вероятность ее безотказной работы в течение рассматриваемого времени [1].

Человек в высотных зданиях ощущает оторванность от земли, испытывает чувство неуверенности.

Это необходимо компенсировать повышенной комфортностью среды обитания.

Системы водоснабжения и водоотведения, обеспечивающие жизненно необходимую потребность в питьевой воде, санитарно-гигиенические и комфортные условия среды обитания, с целью повышения комфортности и функциональности в высотных зданиях должны оборудоваться дополнительными водоразборными и санитарными приборами для проведения профилактических, оздоровительных, косметических процедур (гидромассажные ванны, паровые души, ингаляторы и т.д.), а также для обеспечения проживающих кондиционированной водой, качество которой не уступает бутылированной воде.

Архитектурные решения должны предусматривать в составе жилой квартиры не второстепенные маленькие ванны и туалеты, а просторные «ячейки здоровья», оснащенные самым современным оборудованием для восстановления духовного и физического здоровья основной ценности и производительной силы общества – человека.

Для реализации основных особенностей систем водоснабжения высотных зданий при разработке проектной документации, по сравнению с совре-

менной практикой проектирования систем, необходимо выполнять многовариантное проектирование, анализируя надежность, функциональность, ресурсосбережение на всех стадиях проектирования.

На начальных стадиях проектирования необходимо формировать не только водный, но и водохозяйственный и энергетический баланс здания, которое по количеству и разнообразию потребителей сопоставимо с крупным микрорайоном обычной застройки.

В балансе следует подробно рассмотреть потребности в воде с выделением питьевой, хозяйственной, технологической, противопожарной потребностей [2].

Водоснабжение сверхвысотных зданий представляет собой нестандартную инженерную проблему. Действовать традиционным способом и просто накачивать воду в трубы нельзя. Потребуется колоссальное давление, чтобы на самых верхних этажах в кране был достаточный напор. Риск разрыва даже самых хороших труб слишком велик.

Поэтому в современных небоскребах применяется гибридная система, сочетающая в себе принципы обычного водопровода и старой доброй водонапорной башни. Вода поднимается на самый верх через серию промежуточных резервуаров, первый из которых, например, в самом высоком здании планеты Burj Khalifa расположен на 40-м этаже. Оттуда другой насос качает воду еще выше - в следующую промежуточную емкость уже меньшего объема. Далее происходит подъем воды к другому такому же резервуару на более высоком уровне и т. д. А вот с самой верхней емкости вода поступает уже собственно в водопровод. Качать ее туда не надо — с созданием напора прекрасно справляется сила гравитации.

Аналогичным способом решено водоснабжение в строящемся петербургском небоскребе «Лахта центр»: у воды будет пять «остановок», чтобы добраться до самого верха — 462 метра. Ежедневно через водопровод питерской высотки будет проходить более 2 миллионов литров холодной и горячей воды - это 1800 литров в минуту.

Какие трубы нужны для высокого водопровода? Во всем мире лучшим материалом считается высокопрочный чугун с шаровидным графитом. Это самые надежные и долговечные трубы, гарантия безаварийной работы - 100 лет. Они пластичны, просты в проектировании, монтаже, строительстве. В Токио сети водоснабжения и водоотведения сделаны на 97 % из подобных труб. В Нью-Йорке, где 5,5 тысяч высотных зданий, - 85 %. В Гонконге - 90 %.

В современном небоскребе автоматизированы все инженерные системы. Например, в небоскребе «Запад» делового комплекса «Федерация» в «Москва Сити» применены новейшие ультразвуковые технологии. Любая протечка в любом месте мгновенно идентифицируется. Клапан автоматически закрывается контроллером, подача воды в аварийный участок приостанавливается [1].

В строительстве немало технологий, которые развились благодаря именно небоскребам. Например, лифты, спринклерное пожаротушение, керамика

для облицовки зданий, кессонные фундаменты, системы микроклимата. Все это уже стало широко использоваться и в обычной жизни. Будем надеяться, что надежные, мощные, малошумные и экологичные системы водоснабжения когда-нибудь появятся и в наших обычных домах [3]. Возможно, с внедрением современных технологий водоснабжения зданий, будут параллельно решены многие из существующих проблем водоснабжения жилых домов [4]

#### Библиографический список

1. ООО «СТРОЙИНФОРМ» [Электронный ресурс]. – М.: ООО «СТРОЙИНФОРМ», 2007. URL: [http://www.water.ru/bz/param/sist\\_vod.shtml](http://www.water.ru/bz/param/sist_vod.shtml) (дата обращения: 16.12.2016)
2. Исаев В.Н. Водоснабжение и водоотведение высотных зданий часть 2 [Электронный ресурс] / Исаев В.Н., Никонов С.А., Мхитарян М.Г.: Журнал «Сантехника», №6 – 2004. URL: [https://www.abok.ru /for\\_spec/ articles.php?nid=2705](https://www.abok.ru /for_spec/ articles.php?nid=2705) (дата обращения: 16.12.2016).
3. Попова С. Как устроен водопровод в небоскребе? [Электронный ресурс] / Рубрика «Техника и интернет» URL: <https://shkolazhizni.ru/computers/articles/71239/> (дата обращения: 17.12.2016).
4. Баклушина И.В. Проблемы внутридомовых систем водоснабжения на примере многоквартирного жилого дома / Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. / Сиб. гос. индустр. ун-т.: под общей редакцией И.В. Зоря, А.Ю. Столбоушкина, А.А. Оленникова. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – С. 217-220.

УДК 621.644.8

## УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОМЫВКИ СТОЯКОВ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Сухоруков В.А.<sup>1</sup>

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Оленников А.А.<sup>2</sup>,  
Смирнова Е.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: smirnova\_tvv@mail.ru*

<sup>2</sup>*Тюменский государственный университет,  
г. Тюмень, e-mail: oaa@cirkul-m.ru*

В работе описаны влияния отложений внутри труб системы отопления на гидравлический и тепловой режимы теплоснабжения жилого здания. Рассмотрены способы обнаружения внутренних отложений, включая тепловизионную съемку. Предложен новый метод по очистке труб и установка для промывки систем отопления.

Ключевые слова: внутренние отложения, система отопления, тепловизионная съемка, способ промывки, внешняя коррозия, воздушно-кислотная

очистка.

Немаловажной задачей для сотрудников коммунальных служб и предприятий в холодное время года является обеспечение теплом всех жителей, имеющих централизованное отопление. Однако, бывают ситуации, когда при, казалось бы, хорошей подготовке к отопительному сезону, в отдельных квартирах он так и не начинается. Причины тому могут быть разными [1]. Достаточно часто встречающаяся в домах возрастом более 12 лет – выпадение отложений в системе отопления. Явные признаки того, что стоякам отопления требуется промывка следующие: отопительные приборы прогреваются неравномерно; во время работы системы отопления можно наблюдать посторонние и необычные шумы, которых ранее не было; отопительный прибор имеет существенно низкую температуру в отличие от стояков.

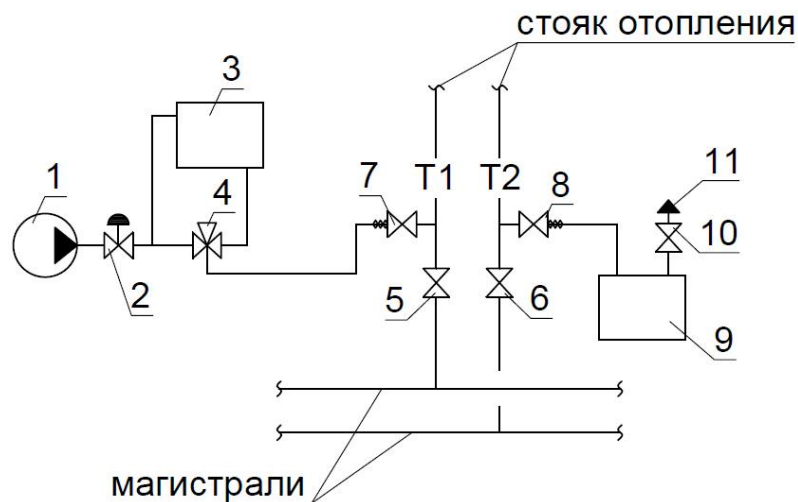
Для проведения экспресс диагностики достаточно выполнить тепловизионное обследование стояков системы отопления и выявить места отложений внутри трубопроводов [2]. На рисунке 1 представлен фрагмент магистрали на котором отчетливо видно в каких точках системы имеются внутренние отложения.

На сегодняшний день существует множество способов по очистке отложений в системах отопления описанных в источниках [3].

Для решения возникшей проблемы была предложена установка, разработанная учеными Тюмгу и СибГИУ, для очистки стояков системы отопления методом подачи воздушно-кислотной среды под давлением. Эта установка комбинирует два способа промывки пневмогидроимпульсный и химический. Принципиальная схема этой установки показана на рисунке 2.



Рисунок 1 – Тепловизионная съемка труб систем отопления



1 – воздушный компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – емкостный бак для реагентов; 4 – смешивающий клапан; 5,6 – отсечные краны труб T1 и T2; 7, 8 – краны для спуска воды; 9 – накопительная емкость отработанной жидкости; 10 – шаровый кран; 11 – автоматический воздушник.

Рисунок 2 – Приципальная схема для очистки стоков системы отопления

Перед тем, как проводить такой способ очистки, необходимо тщательно обследовать систему на следы внешней коррозии и свищей. Если этого не обнаружено, то приступают к промывочным работам. Процесс начинается с промывки стояка сетевой водой. Для этого, на схеме рисунка 2 к шаровому крану 8 подсоединяют шлангу отведенную в систему канализации. Открывают кран 5 и 8, при этом запорная арматура 6 и 7 должна быть закрыта. Начинается процесс промывки стояка сетевой водой. По окончании промывки таким способом отработанная вода стояка должна быть прозрачной.

Затем приступают к воздушно-кислотному промыванию. На схеме рисунка 2 закрывают запорную арматуру 5 и 6 и открывают краны 7 и 8 для полного опорожнения стояка. Через сгон на кране 7 подключают установку, состоящую из воздушного компрессора 1, который под давлением 6 атм. через редуктор 2 подает сжатый воздух в емкостный бак с реагентами 3. Стоит отметить, что в качестве реагентов использовалась смесь воды с *ангидридом уксусной кислоты*. Смешивающий клапан 4 приготавливает воздушно-кислотную смесь в пропорции жидкости к воздуху 5:1 и под давлением 6 атм. реагент поступает в систему. Первоначально рекомендуется заполнить стояк, отключить установку и не сливая смесь через кран 8 выдержать около 15 минут. По истечении времени открывают кран 8 и запускают установку в пульсирующем режиме. Часть отложений внутри стояка начнет вымываться, поступая в накопительную емкость отработанной жидкости 9. Отстоявшаяся смесь от крупной фракции заправляется в 3 и процесс повторяется около 3-5 раз в зависимости от загрязнения.

После воздушно-кислотной очистки стояка системы отопления повторяют процедуру промывки сетевой водой. Затем опорожняют стояк и эндо-

скопом проверяют качество выполненных работ.

Затем стояк заполняют, выпускают воздух и вводят в режим. Завершающим этапом является составление акта, где подписываются лица, ответственные за проведение очистки. В акте в обязательном порядке указывают время и дату работ.

*Выводы.* По оценке специалистов, промывка стояков системы отопления, выполненная в рассмотренном здании на основе предложенного способа промывки, считается более чем удовлетворительной. Эндоскопическое обследование показало, что эффективность очистки всех стояков системы отопления находится в диапазоне 70-80 %. Если тщательно выполнять промывку системы отопления в межсезонье сетевой водой, как это и полагается, то вполне реально еще 5-8 лет использовать существующие трубы системы отопления.

#### Библиографический список

1. Парамонова Е.Ю. Проблема перетопов и недотопов в отопительный период / Парамонова Е.Ю., Елистратова Ю.В., Семиненко А.С. // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-1. С. 48 – 50.
2. Оленников А.А., Осокин Е.В., Кирилов П.П. и др. Тепловизионная съемка для поиска скрытых дефектов в тепловой защите зданий // Вестник Сибирского государственного индустриального университета.– 2015. № 4 (14). – С. 36-40.
3. Осокин Е.В., Оленников А.А., Кирилов П.П. и др. Одна из причин недогрева жилых помещений в отопительный период года // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2015. № 4 (14). – С. 41-45.

УДК 62-681

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

**Коновалов В.О.<sup>1</sup>**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Оленников А.А.<sup>2</sup>,  
Смирнова Е.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: smirnova\_tvv@mail.ru*

<sup>2</sup>*Тюменский государственный университет,  
г. Тюмень, e-mail: oaa@cirkul-m.ru*

Рассмотрен один из возможных вариантов использования вторичной энергии отходящих газов металлургического агрегата типа СЭР [1]. Представлена принципиальная схема энергоиспользования с подробным описанием процессов протекающих в газовом и гидравлическом тракте котла-утилизатора.

Ключевые слова: отходящий газ, физическое тепло, котел-утилизатор, электрогенератор, конденсатор, паровая турбина.

Возможность и эффективность использования энергии отходящих газов металлургического агрегата типа СЭР в энергетических теплоиспользующих установках зависит от множества факторов, таких как расход отходящих газов, температура, давление и режим поступления.

Одним из перспективных является вариант теплоиспользования с целью выработки электрической и тепловой энергии [2,3]. Принципиальная схема такого варианта представлена на рисунке 1.

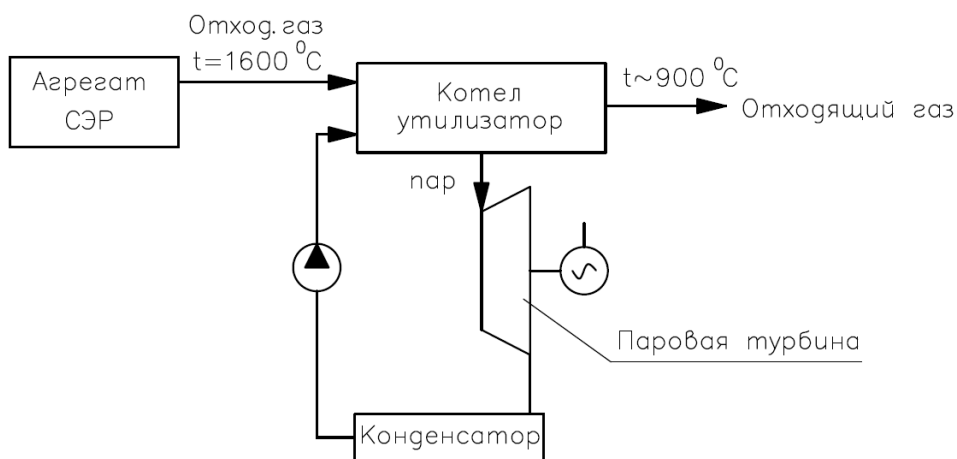
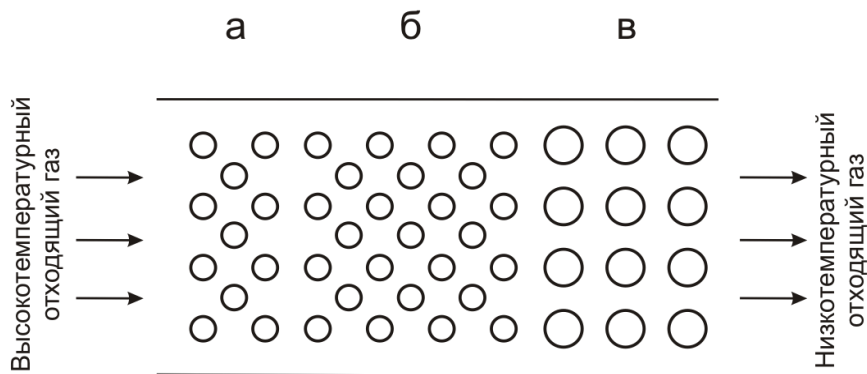


Рисунок 1 – Принципиальная схема утилизации энергии отходящих газов

Представленная схема состоит из металлургического агрегата от которого по газоходу движется высокотемпературный отходящий газ порядка 1600 °С и поступает в котел-утилизатор, который представляет собой сложный теплотехнический аппарат (рисунок 2), состоящий из таких основных элементов как барабаны, пароперегреватель, испарительные секции и водяной экономайзер. Последние расположены непосредственно в газовом тракте котла-утилизатора и могут иметь конфигурацию пучков труб, как показано на рисунке 2.



а – пароперегреватель, б – испарительные секции, в – водяной экономайзер

Рисунок 2 – Продольный разрез стандартного котла-утилизатора

Между высокотемпературным газом и пучками труб протекает процесс сложного теплообмена и тепловая энергия передается от отходящего газа к стенкам труб. Количество  $dQ$  тепловой энергии переданное поверхности пучкам труб  $dF$  рассчитывается по следующей формуле:

$$dQ = k(t_g - t_o) dF,$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$t_g, t_o$  – соответственно температура отходящего газа и окружающей среды, °С;

$F$  – площадь тепловоспринимающей поверхности, м<sup>2</sup>.

Коэффициент теплопередачи для труб котла–утилизатора выражается как для многослойной цилиндрической стенки

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_m}{\lambda_m} + \frac{\delta_{в.о.}}{\lambda_{в.о.}} + \frac{1}{\alpha_2}},$$

где  $\alpha_1, \alpha_2$  – коэффициенты теплоотдачи от греющей среды к стенке и от стенки к обогреваемой среде, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$\delta_3/\lambda_3 = \varepsilon$  – тепловое сопротивление загрязняющего слоя (коэффициент загрязнения), (м<sup>2</sup>·°С)/Вт;

$\delta_m/\lambda_m$  – толщина, м и коэффициент теплопроводности металла стенки трубы, Вт/(м·°С);

$\delta_{в.о.}/\lambda_{в.о.}$  – толщина, м и коэффициент теплопроводности слоя отложений на внутренней поверхности труб, Вт/(м·°С). Принимается, что котел должен работать в нормальном режиме, без отложений на внутренней поверхности, поэтому принимается  $\delta_{в.о.}/\lambda_{в.о.} = 0$ .

Циркулирующая вода и/или пароводяная смесь, получив тепловую энергию, поступает в барабаны котла, который используется для: разделения пароводяной смеси, поступающей из подъемных обогреваемых труб, на пар и воду и сбор пара; приема питательной воды из водяного экономайзера либо не посредственно из питательной магистрали; внутрикотловой обработки воды (термическое и химическое умягчение воды); непрерывной продувки и т.д.

Таким образом, образовавшийся перегретый пар в верхней части барабана котла с температурой порядка 300°С и давлением около 4 МПа поступает на паровую турбину (рисунок 3) на валу которой установлен электрогенератор. Число оборотов турбины ограничено 3000 с целью получения частоты тока 50Гц. Номинальная мощность турбины может варьироваться от 100 до 200 кВт при этом расход перегретого пара на турбину составит от 2,5 до 7 т/ч. Напряжение, выработанное на клеммах генератора около 600 В.



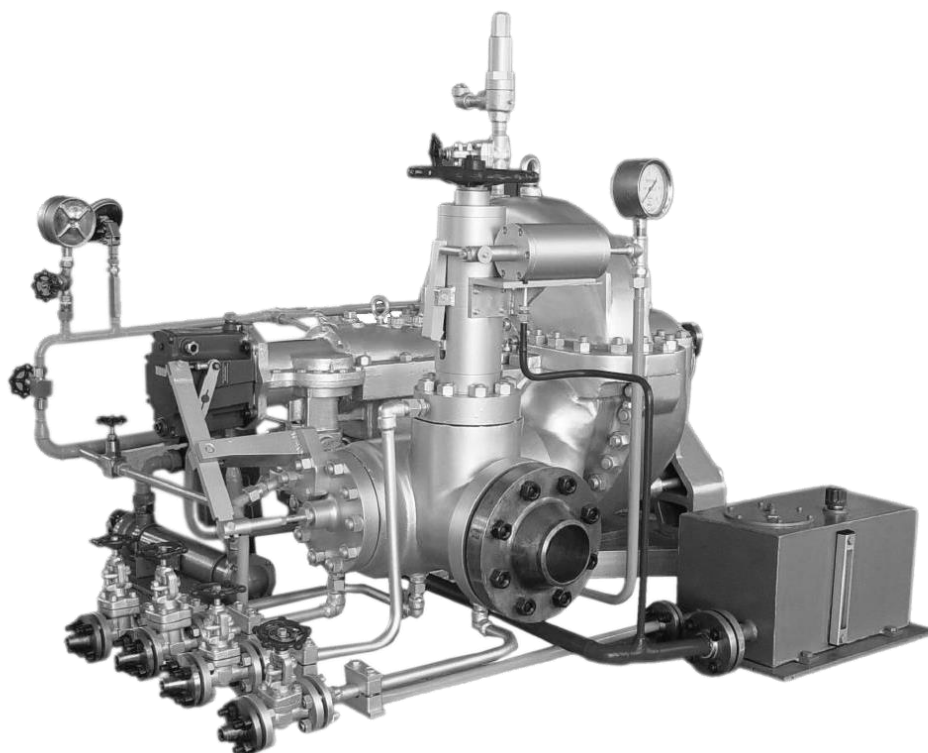


Рисунок 3 – Паровая турбина с установленным на валу электрогенератором

Далее пароводяная смесь, образовавшаяся на выходе из паровой турбины, попадает в конденсатор, а затем при помощи группы насосов попадает обратно в котел для дальнейшего нагрева.

#### Библиографический список

1. Olennikov A.A., Tsymbal V.P. Using secondary energy sources in liquid-phase reduction. // *Steel in Translation*. – 2008. Т. 38. № 6. – С. 439-443.
2. Оленников А.А. Варианты и оценка эффективности использования вторичных энергоресурсов для агрегатов жидкофазного восстановления / Оленников А.А., Цымбал В.П. // *Изв. Вузов. Чер. металлургия*. – 2008, №6. – С. 43–51.
3. Оленников А.А. Схема энерго–металлургического комплекса на основе агрегата типа СЭР / Оленников А.А., Мочалов С.П., Цымбал В.П. // *Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: сборник докладов второй международной научно–практической конференции*. – Новокузнецк. – СибГИУ, 2008 – С. 186–189.

#### **IV. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ**

УДК 669.112:539.4

### **ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРЫ И ФАЗОВОГО СОСТАВА СТАЛЕЙ С БЕЙНИТНОЙ И МАРТЕНСИТНОЙ СТРУКТУРАМИ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ**

**Аксёнова К.В.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: 19krestik91@mail.ru*

Методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии выполнен сравнительный анализ закономерностей эволюции фазового состава и состояния дефектной субструктуры сталей с мартенситной и бейнитной структурами при активной пластической деформации до разрушения. Определены зависимости продольных размеров фрагментов кристаллов мартенсита и бейнита, объемной доли частиц цементита, объема материала, содержащего микродвойники, скалярной плотности дислокаций от степени деформации.

Ключевые слова: сталь, структура, деформация, фазовый состав, дефектная субструктура.

В последние годы значительно увеличился объем применения высокопрочных сталей и, прежде всего, сталей мартенситного и бейнитного класса для изготовления деталей и конструкций ответственного назначения. Достижение высокопрочного состояния возможно за счет эффективного деформационного упрочнения сталей различных классов при условии его рационального применения. В данной работе методами просвечивающей электронной дифракционной микроскопии выполнен сравнительный анализ эволюции структуры, фазового состава и состояния дефектной субструктуры стали с мартенситной и бейнитной структурами при активной пластической деформации до разрушения.

В качестве материалов исследования использованы конструкционные стали 38ХНЗМФА и 30Х2Н2МФА. Аустенизацию сталей проводили при температуре 950 °С в течение 1,5 часов, сталь 38ХНЗМФА закаливалась в масле на мартенсит, а сталь 30Х2Н2МФА охлаждалась на воздухе для образования бейнитной структуры. Деформацию сталей проводили одноосным сжатием со скоростью  $\sim 7 \cdot 10^{-3} \text{ с}^{-1}$  столбиков размерами 4x4x6 мм<sup>3</sup> на испытательной машине «Инстрон – 1185».

В результате мартенситного и бейнитного превращений в сталях формируется многофазная структура, основными фазами которой являются  $\alpha$ -

фаза (твердый раствор на основе ОЦК кристаллической решетки),  $\gamma$ -фаза (остаточный аустенит, твердый раствор на основе ГЦК кристаллической решетки) и карбид железа (в низко- и среднеуглеродистых сталях – цементит). После термообработки в стали 38ХН3МФА мартенсит имеет преимущественно пакетную морфологию, а в стали 30Х2Н2МФА формируется структура нижнего бейнита (рисунок 1).

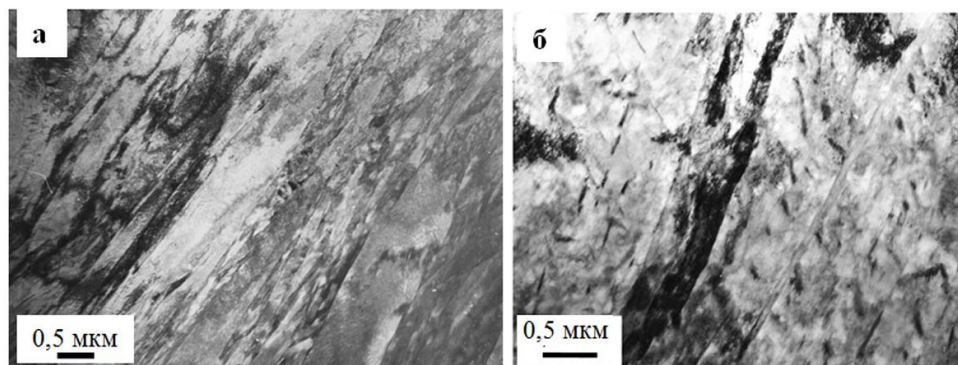


Рисунок 1 - ПЭМ изображение пакетного мартенсита стали 38ХН3МФА (а) и нижнего бейнита стали 30Х2Н2МФА (б)

Электронно-микроскопические исследования, ранее выполненные нами [1, 2], позволили проследить за поведением структуры и фазового состава сталей. Деформация закаленной стали, вплоть до разрушения материала, не приводит к разрушению пакетной (речной) структуры, сформировавшейся в результате сдвигового  $\gamma$ - $\alpha$  превращения. Деформация стали с бейнитной структурой сопровождается разрушением границ реек. На стадии деформирования, предшествующей разрушению образца ( $\epsilon = 40$ -43 %), выявляется структура «ориентационного хаоса».

Кристаллы мартенсита и нижнего бейнита в исходном состоянии были фрагментированы, т.е. разделены на области с малоугловой разориентацией. Выполненные исследования показали, что деформация стали сопровождается уменьшением продольных размеров фрагментов путем деления фрагментов формирующимися субграницами. При этом в кристаллах мартенсита этот процесс протекает более интенсивно. При степени деформации  $\epsilon > 26$  % изменение средних размеров фрагментов практически прекращается. Можно предположить, что размеры фрагментов достигают некоторого критического значения ( $\approx 200$  нм). Подобная структура, неспособная к дальнейшей эволюции в процессе деформирования (так называемая критическая структура), является предпочтительным местом формирования микротрещин. Пластическая деформация стали приводит к увеличению скалярной плотности дислокаций, при этом тип дислокационной субструктуры не изменяется – сохраняется сетчатая субструктура. Пластическая деформация исследуемых сталей сопровождается деформационным микродвойникованием. В стали с мартенситной структурой относительное содержание кристаллов с микродвойниками и интенсивность микродвойникования при сравнимых степенях деформа-

ции существенно выше, по сравнению со сталью с бейнитной структурой.

Деформация стали сопровождается существенным преобразованием карбидной подсистемы материала. Во-первых, изменяется морфология частиц – исходно иглообразные частицы (частицы, расположенные в объеме кристаллов мартенсита и нижнего бейнита) или тонкие прослойки (частицы, расположенные на границах кристаллов и их пакетов) превращаются на последней стадии деформации в эллипсоидальные. Во-вторых, наблюдается изменение объемной доли частиц цементита. В закаленной стали с увеличением степени деформации объемная доля цементита, независимо от места расположения частиц, интенсивно снижается (рисунок 2, а). В стали с бейнитной структурой с увеличением степени деформации объемная доля частиц, расположенных на границах пластин бейнита, увеличивается (рисунок 2, б, кривая 1), что обусловлено, очевидно, превращением остаточного аустенита с образованием  $\alpha$ -фазы и цементита, инициированным деформацией стали.

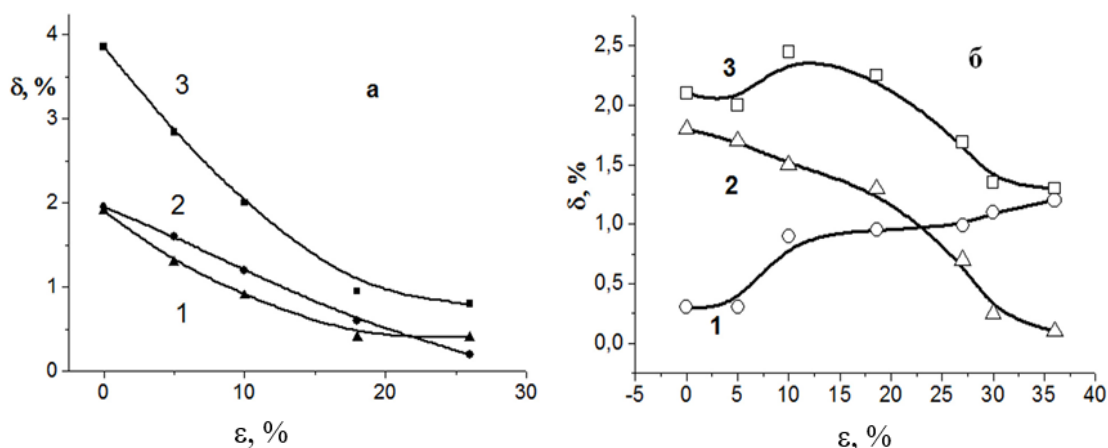


Рисунок 2 - Зависимость от степени деформации стали объемной доли частиц цементита, расположенных на границах (кривая 1) и в объеме (кривая 2) кристаллов мартенсита (а) и нижнего бейнита (б); кривая 3 демонстрирует изменение суммарной объемной доли цементита в стали

В совокупности представленные на рисунке 2 результаты свидетельствуют о протекании в стали в процессе деформации следующих процессов: (1) растворение частиц цементита, образовавшихся в процессе бейнитного превращения или самоотпуска мартенсита, (2) переход атомов углерода на дефекты кристаллической решетки стали (дислокации, субграницы и границы) и, возможно, в твердый раствор на основе  $\alpha$ -фазы, (3) выделение в процессе «деформационного старения» частиц цементита на субграницах и элементах дислокационной субструктуры. Сравнивая количественные закономерности эволюции карбидной фазы в стали с мартенситной (рисунок 2, а) и бейнитной (рисунок 2, б) структурами, можно отметить, что в стали со структурой нижнего бейнита процесс деформационного старения протекает более интенсивно, чем в закаленной стали.

*Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов (проект СП*

1335.2016.1) и государственного задания 3.1283.2017/4.6.

#### Библиографический список

1. Ivanov Y.F., Kolubaeva Y.A., Kornet E.V., Gromov V.E. Formation of the fine structure and phase composition of structural steel on quenching // Steel in Translation. 2009. Vol. 39. № 4. P. 302-306.
2. Nikitina E.N., Gromov V.E., Alsaraeva K.V. Evolution of the Defect Subsystem of Structural Steel with Bainite Structure on Deformation // Steel in Translation. 2015. Vol. 45. № 8. P. 571-574.

УДК 622.6

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПЕКОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Лысенко О.Е.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.**

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

Проведен анализ существующей к настоящему времени в литературных источниках информации о характеристиках каменноугольного пека. Показаны перспективы его применения в технологии получения анодной массы.

Ключевые слова: пек каменноугольный, анодная масса, температура размягчения, высокотемпературный пек.

Постоянное увеличение требований к анодной массе при крупных нагрузках по току закономерно увеличивает и требования к качеству пека каменноугольного (ПК), так как это единственный связующий компонент, предназначенный для создания графитированных электродов, конструкционных материалов, а также анодной массы.

Пек каменноугольный является продуктом переработки смолы из каменного угля, и внешне представляет твёрдое вещество черного цвета с глянцевым блеском. В зависимости от температуры размягчения пеки подразделяются на мягкие, средние и твердые. Мягкие пеки имеют температуру размягчения 40–55 °С (плотность 1286 кг/м<sup>3</sup>), средние 65–90 °С (плотность 1290 кг/м<sup>3</sup>) и твердые 135–150 °С (плотность 1320 кг/м<sup>3</sup>) [1-4]. Отечественная коксохимическая промышленность выпускает пеки двух видов: среднетемпературные марки А и Б и высокотемпературный пек. Соответственно, температура размягчения определяет пластические свойства пека, ею же характеризуется температурный режим различных стадий процесса производства электродных изделий [4]. Сегодня технические характеристики ПК кодифицированы (таблица 1) [1]. ПК вырабатывают в марках А, Б, В, различающихся по температуре размягчения. Чем она выше, тем ниже зольность, и тем

более качественным сырьем для коксования будет ПК.

Характеристики высокотемпературных ПК, которые производятся на некоторых предприятиях России и ближнего Зарубежья, представлены в таблице 2 [5].

К недостаткам пеков относится неоднородный химический состав, способствующий снижению прочности; термопластичность, вызывающая миграцию связующих и деформацию изделия; наличие канцерогенных соединений, требующих дополнительных мер безопасности.

Необходимо отметить высокую канцерогенность процесса получения ПК. Различные технологии отражаются и на генотоксичности ПК, которая обычно определяется содержанием в ПК бензпирена или его эквивалентов, продуктов их термической деструкции. Стремление к увеличению температуры размягчения электродного связующего связано со снижением канцерогенной опасности ПК [6].

Таблица 1 – Пек каменноугольный электродный

Показатели	Нормы для марок			
	А	Б	Б1	В
Внешний вид	Расплавленный пек или твердый в виде гранул			
Температура размягчения, °С	65-70	67-73	72-76	85-90
Массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле, %	24-28	25-31	26-31	≥ 31
Массовая доля веществ, нерастворимых в хинолине, %	7	8	10	12
Выход летучих веществ, %	59-63	58-62	≤ 59	53-57
Зольность, %, не более	0,3	0,3	0,3	0,3
Массовая доля воды в твердом пеке, %, не более	4,0	4,0	4,0	4,0

Таблица 2 – Характеристики высокотемпературного ПК, производимого на некоторых предприятиях

Предприятие	Температура размягчения, °С	Содержание фракций, %		Выход летучих, %	Коксовый остаток, %
		α	α		
Запорожкокс	140	29,6	17,2	50,5	64,2
Северсталь	142	30,3	18,4	48,8	66,3
Митгал Стил Темиртау	140	30,5	14,0	54,6	60,8

Каменноугольный пек является важнейшим сырьевым компонентом в производстве большинства видов углеродной продукции, применяемой во многих областях, включая производство различных углеродных материалов

для цветной и черной металлургии, атомной и ракетной техники, высокоплотных изотропных графитов, футеровки сталеплавильных конвертеров, литий-ионных батарей большой емкости и длительного срока использования, углеродных волокон, конденсаторов высокой плотности, в качестве сырья для получения активированных углей различного назначения и молекулярных сит [7–11]. Основной объем производимого ПК (91%) потребляет цветная металлургия, но его использование по ряду экономических и экологических причин вызывает множество проблем [11].

Во время создания анодной массы одними из главных параметров являются: температура размягчения, подогрева пека, вязкость при температуре 185°C. Высокотемпературный ПК придает обожженному блоку увеличенную механическую прочность и оказывает меньшее канцерогенное воздействие, по сравнению со среднетемпературным. Таким образом, перспективы использования именно высокотемпературного ПК при производстве анодной массы весьма велики.

#### Библиографический список

1. Горохов, А.П. Технология получения нового связующего материала – гибридного пека – для анодной массы в алюминиевой промышленности [Текст] / А.П. Горохов // Вестник ИГТУ, 2014. – №7 (90). – С. 100-104.

2. Миронов, М.Б. Влияние пека на пластические свойства анодной массы [Текст] / М.Б. Миронов, В.М. Салов // Перспективы развития технологии, экологии и автоматизации химических, пищевых и металлургических производств материалы докладов научно-практической конференции. – Иркутск: ИГТУ, 2009. – С. 87-89.

3. Назаренко, И.А. К вопросу о технологических и теплофизических свойствах пека [Текст] / И.А. Назаренко // Вестник национального технического университета «ХПИ». – 2011. – №43. – С. 25-31.

4. Сидоров О.Ф. Канцерогенная активность пеков в зависимости от технологии их получения // Кокс и химия. – 2006. – №6. – С. 36-40.

5. Тюменцев, В.М. Оптимизация состава, дисперсности и химических свойств поверхности компонентов рецептур анодной массы: дис. ... канд. технич. наук [Текст] / В.М. Тюменцев. – СПб.: 2000. – 174 с.

6. Янко, Э.А. Производство алюминия [Текст]: пособие для мастеров и рабочих цехов электролиза алюминиевых анодов / Э.А. Янко. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2007. – 304 с.

7. Сидоров, О. Ф. Перспективы производства и совершенствования потребительских свойств каменноугольных электродных пеков / О. Ф. Сидоров, А. Н. Селезнёв // Российский химический журнал. – 2006. – Т. № 1. – С. 16–24.

8. Бейлина, Н. Ю. Исследование влияния способа введения наноструктурирующей добавки на свойства пековой матрицы / Н. Ю. Бейлина, Г. С. Догадин, А. В. Насибулин, А. В. Петров. // Химия и химическая технология. – 2014. – Т.57. - № 5. – С. 25-28.

9. Костиков, В.И. Новые высокопрочные углеродные материалы для традиционных технологий / В. И. Костиков, В. М. Самойлов, Н. Ю.Бейлина,

Б. Г.Остронов // Рос. хим. ж. – 2004. – Т.48. – №5. – С. 64-75.

10.Абрамов, О. Н. Получение пекового углеродного волокна на основе нефтяного сырья / О. Н. Абрамов Т. Л. Апухтина Д. В., Сидоров, В. А. Храмова // Химическая технология неорганических и органических веществ. – 2015. – Т. 58. - №5. – С. 86-89

11.Маракушина, Е.Н. Получение пеков и связующих веществ методом термического растворения углей: автореф. дис.... канд. техн. наук / Е.Н. Маракушина : ФГБУН Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАЕН. – Красноярск. 2015. -24 с.

УДК 669.7 (075)

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД**

**Журавлев А.Д.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.**

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

Рассмотрены свойства молибдена и области применения его в металлургии и химической технологии. Проведен анализ процессов переработки молибденовых руд.

Ключевые слова: молибден, молибденовые руды, обогащение, флотация.

Молибден и его сплавы относятся к тугоплавким материалам и занимают второе место после вольфрама и его сплавов по прочностным свойствам. Основной сферой потребления молибдена является чёрная металлургия, где он используется как легирующий компонент для увеличения закаливаемости, прочности, вязкости, износостойкости и коррозионной устойчивости сталей и сплавов.

Из молибдена изготавливают сотовые панели космических летательных аппаратов, теплообменники, оболочки возвращающихся на землю ракет и капсул, тепловые экраны, обшивку кромок крыльев и стабилизаторы в сверхзвуковых самолетах. Молибден – перспективный материал для оборудования, работающего в среде серной, соляной и фосфорной кислот. В настоящее время из молибденовых сплавов изготавливают прессформы и стержни машин для литья под давлением алюминиевых, цинковых и медных сплавов. Соединения молибдена широко применяются в химической промышленности – при производстве катализаторов, различных пигментов и смазочных материалов. Чистый металл используют в производстве электроосветительных ламп, электровакуумных приборов, нагревателей для высокотемпературных печей [1 – 3]. Сырьем для производства молибдена, его спла-



вов и соединений служат молибденитовые концентраты, содержащие 47-50 % Mo, 28-32 % S, 1-9 % SiO<sub>2</sub> и примеси других элементов.

Основным источником получения молибденовых концентратов являются собственно молибденовые руды, а также медно-молибденовые порфиновые и вольфрам-молибденовые скарновые руды. Содержание молибдена в них изменяется от 0,005 до 0,2 %.

Собственно молибденовые руды обогащаются по простым схемам, комплексные – по сложным, что связано с получением из них попутных концентратов. На выбор схем большое влияние оказывают крупность вкраплений минералов, их состав и минеральная форма молибдена в руде. Для обогащения Mo-содержащих (молибденовых, медно-молибденовых и т.д.) руд применяют чаще всего флотацию – способ разделения минералов, основанный на различии в смачиваемости водой их поверхности и в способности удерживаться на границе раздела фаз.

Сульфидные молибденовые руды ( $M_{\text{общ}}=0,03-0,06\%$ ) относятся к наиболее легко обогатимым. Схема их обогащения отличается простотой: основная флотация и несколько перечистных операций. Медно-молибденитовые руды перерабатывают обычно по схеме коллективной флотации с последующим разделением коллективного концентрата на медный и молибденовый, иногда получают и пиритный концентрат. Она включает циклы рудной флотации, доизмельчение черногового коллективного концентрата с выделением пирита в виде хвостов промпродуктового цикла и разделения медно-молибденового концентрата. При обогащении кварцево-молибдено-вольфрамитовых руд сочетают методы гравитации (для получения вольфрамитового концентрата) и флотации (для молибденита) [4].

Первичная флотация сульфидов молибдена и меди из руд не представляет затруднений, но доводка черновых компонентов и разделение коллективных медно-молибденитовых продуктов для получения отдельных кондиционных концентратов требуют хорошего знания всех технологических приемов обработки и разделения их обогатительными, химическими и металлургическими методами.

В настоящее время в промышленной практике нашли применение следующие методы разделения коллективных медно-молибденовых концентратов:

- пропарка в среде сернистого натрия (Балхашская обогатительная фабрика);
- флотация молибденита и подавление сульфидов меди и пирита после окислительной пропарки коллективного концентрата в известковой среде в плотной пульпе (Алмалыкская обогатительная фабрика);
- флотация молибденита и подавление сульфидов меди и пирита после низкотемпературного окислительного обжига коллективного концентрата;
- подавление сульфидов меди и железа гидросульфидом натрия NaHS, сульфидом аммония (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>S или гидросульфидом аммония NH<sub>4</sub>HS (Канада – фабрики «Бренда», «Гибралтар» и др.);

- флотация молибденита и подавление сульфидов меди и железа реагентом «Ноукс» (США – фабрики «Пима», «Эль-Сальвадор» и др.);
- подавление сульфидов меди и железа реагентом «Анимол Д» (Чили – фабрика «Чукикамата», Канада – фабрика «Лорнекс»);
- флотация молибденита и подавление сульфидов меди и железа феррицианидами или цианидом натрия в слабощелочной среде совместно с сульфатом цинка (США – фабрика «Моренси», Канада – фабрика «Гаспе»);
- подавление сульфидов меди и железа с помощью окислителей, например, перекиси водорода (США – фабрика «Сан-Мануэль»);
- подавление молибденита органическими коллоидами (крахмал) и флотация сульфидов меди (США – фабрики «Магна», «Сильвер-Белл») [5–7].

Специалистами обогатительной фабрики ООО «Сорский ГОК» предложен гидрометаллургический метод дообогащения молибденового концентрата путем обработки концентратов слабым раствором соляной кислоты. Цель технологии – снизить содержание легкоплавких соединений ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  и т.д.) в концентратах, поступающих на окислительный обжиг. Это позволит получить в дальнейшем огарки с содержанием серы менее 0,1 %. Этот показатель важен для производства ферромолибдена, который в настоящее время востребован на рынке черных металлов.

Повышению качества концентратов и извлечению в них металлов при переработке руд с высоким содержанием шламующихся минералов способствует схема обогащения с раздельной флотацией песков и шламов (например, на Алмалыкской фабрике и фабрике «Твин Бьюте») или схема обогащения с грубым измельчением руды и дофлотацией сульфидов из песковой части хвостов флотации после ее измельчения («Магна», «Артур», «Эль Сальвадор» и др.). Каждая технология имеет свои особенности, но в любой схеме для получения высококачественных молибденовых концентратов применяются перечистные операции, сочетающиеся с другими технологическими операциями, такими как доизмельчение, термическая обработка и т.д. [5].

В результате анализа литературных источников установлено, что для обогащения Мо-содержащих руд чаще всего применяют флотацию с получением молибденитовых концентратов (содержание молибдена до 56 %).

Наиболее перспективной схемой переработки медно-молибденовых руд является схема коллективной флотации с последующим разделением коллективного концентрата на медный и молибденовый, что требует хорошего знания всех технологических приемов обработки исходного сырья.

#### Библиографический список

1. Энциклопедия по машиностроению [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mash-xxl.info/article/250033/>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. рус.
2. Лаптева А.К. Мировой рынок молибдена // Национальная металлургия. – 2005. – №6. – С. 15-21.
3. Ватолин Н.А. Краткий обзор способов переработки молибденовых концентратов и поиск экологически чистой технологии / Н.А. Ватолин //

Цветная металлургия. 2008. – №3. – С. 170-175.

4. Абрамов А.А. Обогащение руд цветных металлов [Текст]: Учебник для вузов / А.А. Абрамов, С.Б. Леонов. – М.: Недра, 1991. – 574 с.

5. Черных С.И. Флотация медно-молибденовых руд Жирекенского месторождения при грубом помоле исходной руды / С.И. Черных, В.М. Столяров // Цветная металлургия. 2002. – №11. – С. 14-19.

6. Пат. № 2333042 РФ, МПК В03D1. Способ флотации медно-молибденовых руд / И.Н. Шумская, М.А. Арустамян, А.М. Арустамян. – Совместное предприятие в форме закрытого акционерного общества "Изготовление, внедрение, сервис".

УДК 622.6

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПЕКА В ПРОИЗВОДСТВЕ АНОДНОЙ МАССЫ**

**Лысенко О.Е.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.**

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

На основе литературных данных, рассмотрена возможность использования высокотемпературных пеков в производстве анодной массы алюминиевой промышленности. Показано, что при их использовании увеличивается механическая прочность анода и уменьшаются выбросы вредных канцерогенных веществ в атмосферу.

Ключевые слова: анодная масса, высокотемпературный пек, температура размягчения.

С каждым днем проблемы экологии металлургического производства алюминия все актуальнее, а технологии, которые дают возможность в какой-то степени их разрешить, становятся приоритетными. Одной из подобных технологий, требуемой для получения алюминия, можно назвать технологию производства анодной массы на основе высокотемпературных пеков.

Анодную массу изготавливают на электродных заводах или в специальных цехах анодной массы алюминиевых заводов и затем применяют её на электрических заводах. В качестве связующего в рецептуре анодной массы используют каменноугольный пек. Во время создания анодной массы одними из главнейших параметров, находящихся под контролем, являются температура размягчения, подогрева пека, вязкость при температуре 185 °С [1-4]. При использовании технологии производства анодной массы на электролизерах с самообжигающимися анодами с участием высокотемпературных пеков уменьшаются выбросы вредных веществ в атмосферу с помощью уве-

личенной отгонки легкой пека [3]. Необходимо отметить высокую канцерогенность процесса получения и использования каменноугольного пека, которая закономерно зависит от температуры размягчения (рисунок 1). На современном этапе канцерогенную активность каменноугольных пеков следует оценивать по сумме содержащихся в них генотоксичных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) (эквивалентов бенз(а)пирена). Канцерогенная опасность каменноугольных пеков связана не столько с общим выбросом летучих веществ, сколько с эмиссией высокомолекулярных ПАУ [5–8].

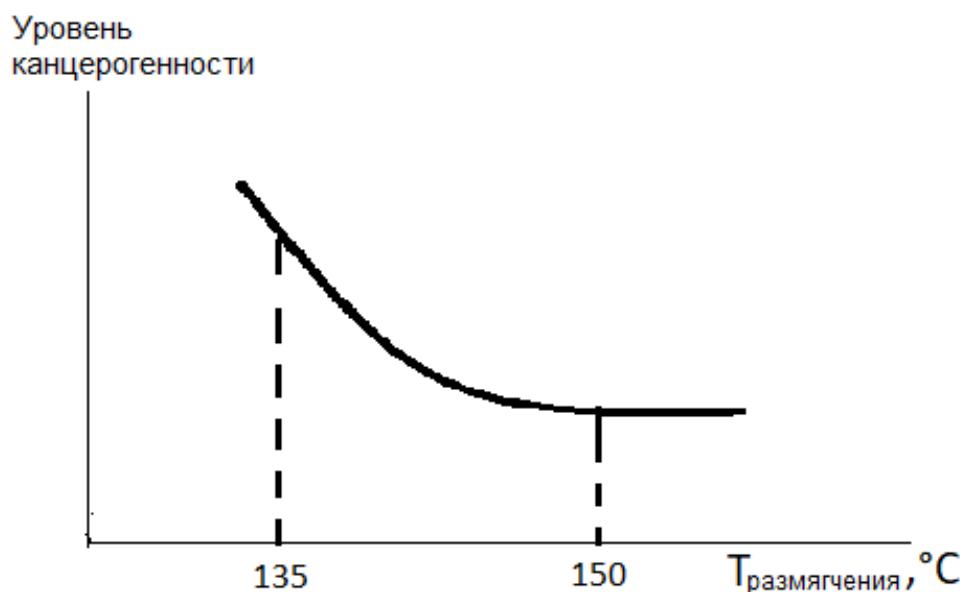


Рисунок 1 – Зависимость уровня канцерогенности от температуры размягчения пека

Проводимая в последние годы на отечественных алюминиевых заводах замена среднетемпературного пека на высокотемпературный пек в составе анодной массы позволила снизить общие выбросы ПАУ, улучшив санитарно-гигиенические характеристики атмосферы электролизного цеха. Отмечается, что при этом сохраняется или даже увеличивается риск канцерогенной опасности анода Содерберга [5].

Пек оптимального состава должен отличаться высоким содержанием  $\alpha_2$ - и  $\beta$ -фракций и меньшим  $\alpha_1$ -фракции, снижающей пластичность пека и качество кокса при пиролизе связующего. Желательно и уменьшение содержания  $\gamma$ -фракции, которая увеличивает текучесть пека и является носителем канцерогенных свойств пека.

В настоящее время высокотемпературные пеки пользуются всё большим спросом. При этом особое внимание уделяется коксообразующим свойствам, вязкости, смачиваемости, наличию мезофазы. Некоторые общие свойства каменноугольных пеков, предназначенных для производства анодов алюминиевых электролизеров, и их типичные диапазоны приведены в таблице [9].

Таблица – Свойства каменноугольного пека, используемого в производстве обожженных анодов

Характеристики	Значение
Содержание воды, %	0–0,2
Дистилляция 0–270 <sup>0</sup> С, %	0,1–0,5
0–360 <sup>0</sup> С	3,0–6,0
Температура размягчения, <sup>0</sup> С	110–115
Вязкость при 140 <sup>0</sup> С, сПз	8000–14000
Вязкость при 160 <sup>0</sup> С, сПз	1200–2000
Вязкость при 180 <sup>0</sup> С, сПз	300–500
Плотность, кг/дм <sup>3</sup>	1,31–1,33
Коксовое число, %	56–60
Нерастворимые в хинолине, $\alpha_1$ -фракция, %	6–16
Нерастворимые в толуоле, $\alpha$ -фракция, %	26–34
Содержание золы, %	0,1–0,3
Содержание серы, %	0,4–0,6
Содержание примесей Na, ppm	50–250
Содержание примесей K, ppm	10–50
Содержание примесей Mg, ppm	5–30
Содержание примесей Ca, ppm	20–100

Одной из главных причин, объясняющих по-прежнему широкое использование среднетемпературных пеков, является их доступность и низкая стоимость (в среднем, в 1,7 раз ниже, чем у высокотемпературного пека) [7].

#### Выводы

Использование высокотемпературных каменноугольных пеков (взамен среднетемпературных) в производстве анодной массы менее выгодно экономически, но весьма разумно, как в отношении повышения качества анодной массы (увеличение механической прочности), так и с точки зрения экологии (снижение канцерогенных выбросов).

#### Библиографический список

1. Вершинина, Е.П. Тенденции развития производства связующего для анодов алюминиевых электролизеров [Текст] / Е.П. Вершинина, Е.А. Селина // Журнал СФУ: техника и технологии, 2012. – №7. – С. 752-759.
2. Янко, Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров [Текст] / Э.А. Янко. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2001. – 681 с.
3. Пискажова, Т.В. Анализ расхода анодной массы и электроэнергии для электролизеров надвоицкого алюминиевого завода методами многомерной статистической обработки [Текст] / Т.В. Пискажорова, П.В. Поляков // Журнал Сибирского федерального университета: Техника и технологии, 2012. – №5. – С. 538-553.

4. Коробов М.А. Самообжигающиеся аноды алюминиевых электролизеров [Текст] / М.А. Коробов, А.А. Дмитриев.– М.: Metallurgia, 1972.– 208 с.
5. Канцерогенная активность пеков в зависимости от технологии их получения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://masters.donntu.org/2008/feht/migal/library/st4.htm>.
6. Промышленные канцерогены [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vmede.org/sait/?page=21&id=Gigiena\\_truda\\_izmerov\\_2010&menu=Gigiena\\_truda\\_izmerov\\_2010](http://vmede.org/sait/?page=21&id=Gigiena_truda_izmerov_2010&menu=Gigiena_truda_izmerov_2010).
7. Высокотемпературный пек [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ngpedia.ru/id244749p3.html>
8. Сидоров О.Ф. Канцерогенная активность пеков в зависимости от технологии их получения // Кокс и химия. – 2006. – №6. – С. 36-40.
9. Маракушина, Е.Н. Получение пеков и связующих веществ методом термического растворения углей: автореф. дис.... канд. техн. наук / Е.Н. Маракушина: ФГБУН Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН.– Красноярск. 2015.-24 с.

УДК 621. 762

## ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛАЗМОСИНТЕЗА КАРБИДА ЦИРКОНИЯ

Алексеева Т.И.

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, [kafcmets@sibsiu.ru](mailto:kafcmets@sibsiu.ru)*

Проведен термодинамический анализ равновесных и квазиравновесных составов многокомпонентных систем для различных технологических вариантов пиролиза углеводородов и синтеза карбида циркония. Объектами термодинамического моделирования являлись системы C-H-N, Zr-C-H-N и Zr-O-C-H-N.

Ключевые слова: карбид циркония, равновесные и квазиравновесные составы, многокомпонентные системы, плазмосинтез.

Быстротечный синтез в условиях турбулентного химически активного плазменного потока (т.н. плазмосинтез) наряду с интенсификацией и возможностью реализации процесса в непрерывном режиме обеспечивает получение целевых продуктов в нанодисперсном состоянии.

Термодинамическое моделирование процессов синтеза проведено с целью прогнозирования оптимальных параметров получения карбида циркония (соотношения компонентов и температуры), определения равновесных показателей процесса (степени превращения сырья в карбид, составов

газообразных и конденсированных продуктов), оценки вклада в процессы карбидообразования газофазных реакций, обеспечивающих в условиях плазменных технологий эффективную переработку дисперсного сырья.

Объектами термодинамического моделирования являлись системы C–H–N, Zr–C–H–N и Zr–O–C–H–N, что обусловлено возможностью использования в качестве цирконийсодержащего сырья циркония и его диоксида, углеводородного сырья – метана, плазмообразующего газа – азота.

Расчеты выполнялись с использованием программы компьютерного моделирования высокотемпературных сложных химических равновесий «PLASMA», имеющей встроенную базу данных продуктов взаимодействия для оксидо-, боридо-, карбидо- и нитридообразующих систем. Необходимые для анализа составы газообразных и конденсированных продуктов рассчитывались «константным методом». Рассматривалась область температур 2000-6000К при постоянном общем давлении в системе, равном 0,1МПа.

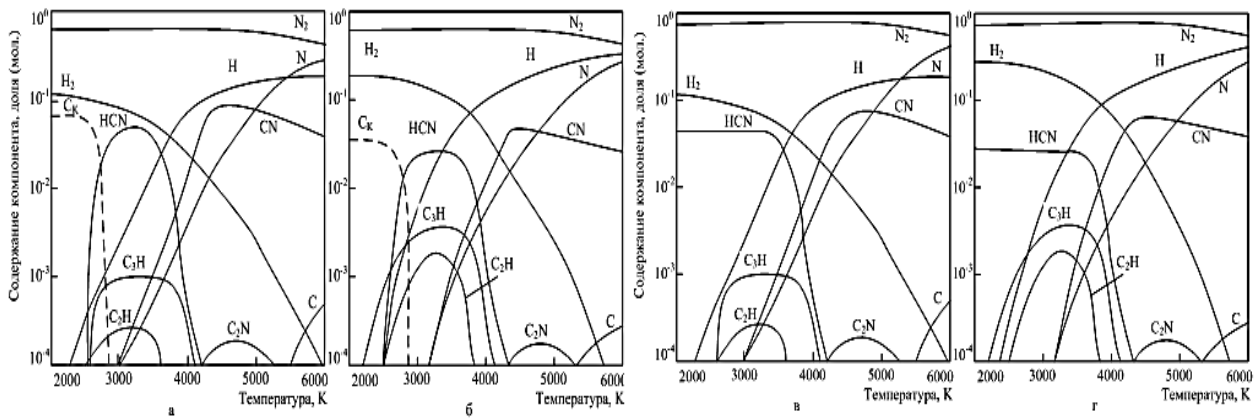
Компоненты газовой и конденсированной фаз, учитываемых в расчетах, представлены в таблице. Соотношения исходных компонентов задавались в соответствии со стехиометрией реакций образования целевых продуктов и параметрами технологического оборудования (расход плазмообразующего газа).

Таблица – Составы газовой и конденсированной фаз исследуемых систем

Система	Состав фаз	
	Газовой	Конденсированной
C–H–N	H, H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> , N, N <sub>2</sub> , NH, NH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , C, C <sup>+</sup> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> , CH, CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H, C <sub>3</sub> H, C <sub>4</sub> H, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CN, CN <sup>-1</sup> , NCN, NCC, C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> N <sub>2</sub> , HCN, HCCN, C <sub>3</sub> HN	C
Zr–C–H–N	H, H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> , N, N <sub>2</sub> , NH, NH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , C, C <sup>+</sup> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> , CH, CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H, C <sub>3</sub> H, C <sub>4</sub> H, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CN, CN <sup>-1</sup> , NCN, NCC, C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> N <sub>2</sub> , HCN, HCCN, C <sub>3</sub> HN, Zr, ZrH	C, Zr, ZrC, ZrN
Zr–O–C–H–N	H, H <sup>+</sup> , H <sub>2</sub> , N, N <sub>2</sub> , NH, NH <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub> , C, C <sup>+</sup> , C <sub>2</sub> , C <sub>3</sub> , C <sub>4</sub> , C <sub>5</sub> , CH, CH <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H, C <sub>3</sub> H, C <sub>4</sub> H, C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , CN, CN <sup>-1</sup> , NCN, NCC, C <sub>2</sub> N <sub>2</sub> , C <sub>4</sub> N <sub>2</sub> , HCN, HCCN, C <sub>3</sub> HN, O, O <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO, CO <sub>2</sub> , Zr, ZrO, ZrO <sub>2</sub>	C, Zr, ZrC, ZrN, ZrO, ZrO <sub>2</sub>

Термодинамический анализ системы C–H–N выполнен для получения прогнозной информации о возможном составе газовой фазы, формирующемся в результате пиролиза метана и его взаимодействия с газом - теплоносителем. Температурная зависимость равновесных и квазиравновесных составов приведена на рисунке 1.

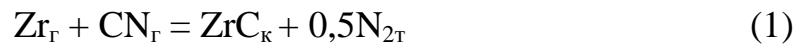
В системе C–H–N в равновесных условиях 100 %-ная газификация углерода достигается в интервале температур 2800-3800К за счет образования циановодорода и углеводородных радикалов. До 98 % углерода присутствует в газовой фазе в виде HCN. Квазиравновесные условия, исключая образование конденсированного углерода, позволяет расширить температурный интервал термодинамической устойчивости циановодорода до 2300К.



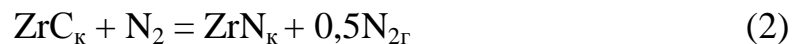
а – C:H:N=0,75:3:20; б – C:H:N=0,75:6:20; в – C:H:N=0,75:3:20; г – C:H:N=0,75:6:20

Рисунок 1 –Равновесный (а, б) и квазиравновесный (в, г) состав системы C–H–N в зависимости от соотношения компонентов и температуры

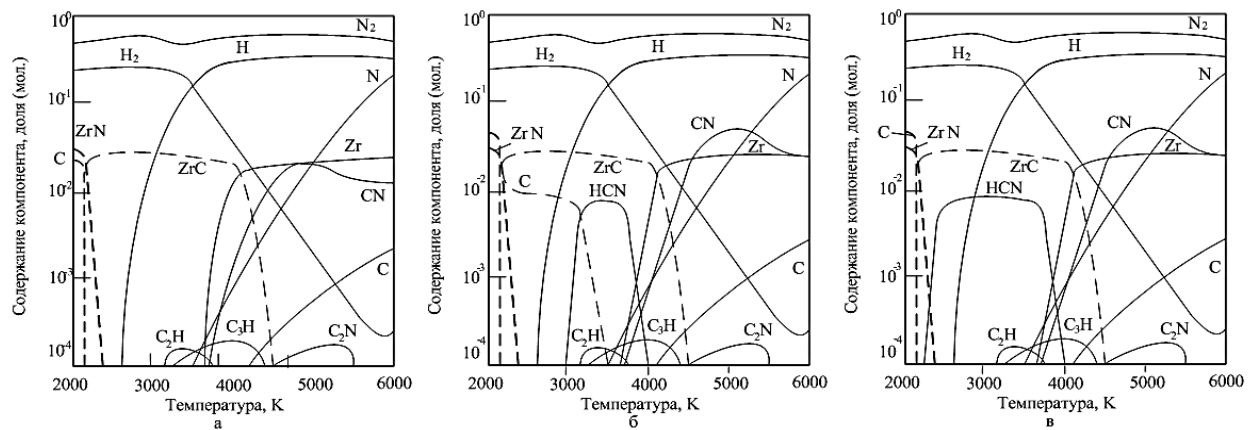
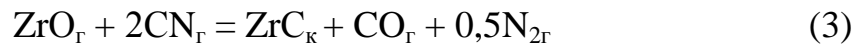
Результаты термодинамических расчетов системы Zr–C–H–N приведены на рисунке 2. В этой системе образование ZrC возможно по реакции



При температуре ниже 2300K термодинамически возможным становится взаимодействие карбида с азотом по реакции



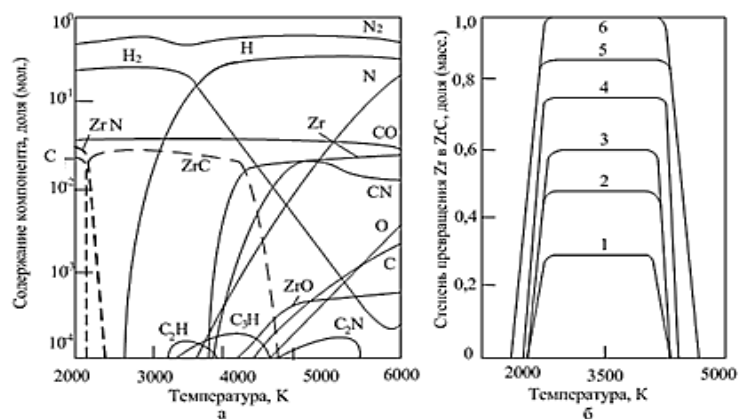
Результаты термодинамических расчетов систем Zr–C–O–H–N приведены на рисунке 3. Образование ZrC возможно в интервале температур 2300 – 4000K по реакциям (1) – до 98,5 % и (3) – до 1,5 %.



а) равновесные составы газовой и конденсированной фаз в зависимости от температуры при соотношении Zr:C:H:N=0,25:0,25:1:20; б) равновесные составы газовой и конденсированной фаз в зависимости от температуры при соотношении Zr:C:H:N=0,25:0,375:1,5:20; в) квазиравновесные составы газовой и конденсированной фаз в зависимости от температуры при соотношении Zr:C:H:N=0,25:0,375:1:20

Рисунок 2 – Результаты термодинамических расчетов системы Zr–C–H–N





а) равновесные составы газовой и конденсированной фаз в зависимости от температуры при соотношении  $Zr:C:O:H:N=0,25:0,75:0,50:3:20$ ; б) зависимость степени превращения  $Zr$  в  $ZrC$  от соотношения  $Zr:C=0,25:0,20$  (1);  $0,25:0,375$  (2);  $0,25:0,47$  (3);  $0,25:0,56$  (4);  $0,25:0,66$  (5);  $0,25:0,75$  (6)

Рисунок 3 – Результаты термодинамических расчетов системы  $Zr-C-O-H-N$

В обеих системах образование карбида циркония термодинамически возможно по газофазным реакциям с участием паров циркония и циана, т.е. по схеме «пар-кристалл», что позволяет прогнозировать достижение его высокого выхода в реальных условиях плазмосинтеза.

УДК 621.762

## НАНОТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТИТАНА С БОРОМ И УГЛЕРОДОМ: СОСТОЯНИЕ, ИССЛЕДОВАНИЕ, РЕЗУЛЬТАТЫ

Ефимова К.А.

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, kafcmet@sibsiu.ru*

Работа выполнена в СибГИУ при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках договора № 7112ГУ/2015.

Представлен аналитический обзор свойств и сфер применения порошков тугоплавких соединений, в частности карбида и борида титана. Изучены перспективы применения нанотехнологий в производстве многофункциональных соединений титана с бором и углеродом –  $TiB_2$  и  $TiC$ .

Ключевые слова. Карбиды, бориды, титан, наносостояние, плазмометаллургическое производство, покрытия, керамика, наномодифицирование.

Карбид ( $TiC$ ) титана и борид ( $TiB_2$ ) титана – синтетические материалы,

обладающие высокой твердостью, тугоплавкостью, жаропрочностью, износостойкостью. Такой комплекс практически значимых свойств позволяет решать инновационные научно-технологические и конструкторские задачи. Основные свойства и области применения  $TiB_2$  и  $TiC$  представлены в таблице 1.

Таблица 1– Основные свойства и области применения диборида и карбида титана

Основные свойства	$TiB_2$		$TiC$	
	Значение характеристики	Области применения	Значение характеристики	Области применения
Сверхтвердость, микротвердость, ГПа	33	Компонент металллокермаческих твердых сплавов для резания металлов и бурения горных пород; броневая керамика.	29...31	В составе металллокермаческих твердых сплавов для обработки резанием деталей; для получистового и получернового точения сталей, цветных металлов, фрезерования сталей и чугунов.
Тугоплавкость, температура плавления, К	3063	Жаропрочные сплавы и изделия (чехлы термопар, плавильные тигли, трубы для перекачки расплавленных металлов).	3523	Керметы для лопастей газовых турбин, роторов; фрикционные диски для самолетостроения; для изготовления направляющих роликов для горячей прокатки стали.
Сопротивление окислению на воздухе, температура начала окисления, К	1073	Ингибитор в производстве высокотемпературных огнеупоров на основе $MgO-C$ для конвертеров.	1100	Материалы для лопаток турбин реактивных авиационных двигателей, защитных покрытий для сопел и головных частей ракет.
Смачиваемость расплавленным алюминием, краевой угол смачивания, град.	38	Компонент защитных покрытий катодов алюминиевых электролизеров.	149	В качестве диффузионных барьеров при получении карбоалюминиевого композиционного материала.

Новые перспективы применения карбида и борида титана открываются при использовании его в наносостоянии. Карбид титана применяется при поверхностном модифицировании сплавов, сверхтвердых материалов и др. [1]. Диборид титана - в электролитическом производстве алюминия в качестве компонента смачиваемого покрытия катодов электролизеров, защищающего их от разрушающего воздействия криолитоглиноземного расплава [2].

Результаты исследования плазмотехнологических вариантов получения

боридов и карбидов и их реализации достаточно подробно описаны в целом ряде публикаций, изданных в различное время, в том числе последних [3-5].

Разработка и освоение технологии плазмометаллургического производства диборида и карбида титана включает моделирование взаимодействия сырьевого и плазменного потоков, экспериментальное исследование, обсуждение механизма боридо- и карбидообразования, физико-химическая аттестация нанодисперсных продуктов. Ниже приведены уравнения, описывающие зависимость содержания борида и карбида от основных технологических факторов, допустимые пределы изменения параметров боридо- и карбидообразования в условиях промышленного реактора мощностью 150 кВт и основные характеристики диборида и карбида титана (таблица 2).

$$[\text{TiB}_2] = -152 + 0,04T_0 + 0,005T_3 - 0,13[\text{B}] + 1,66\{\text{H}_2\} - 0,0006T_3\{\text{H}_2\} \quad (1)$$

$$[\text{TiC}] = 17,321 + 0,0105 T_0 - 0,0156 T_3 + 0,18 \{\text{CH}_4\} - 3,43 \{\text{H}_2\} - 0,42 \{\text{N}\} \quad (2)$$

где  $T_0$  – начальная температура плазменного потока, К;

$T_3$  – температура закалки продуктов боридо- и карбидообразования;

$[\text{B}]$  – содержание бора в шихте (в % от стехиометрически необходимого);

$\{\text{CH}_4\}$  – количество углеводорода (в % от стехиометрически необходимого);

$\{\text{H}_2\}$  – концентрация водорода в плазмообразующем газе, % об.;

$\{\text{N}\}$  – количество атомарного азота в плазмообразующем газе (в % от стехиометрически необходимого для образования циановодорода).

Таблица 2 - Допустимые пределы изменения параметров синтеза борида и карбида титана в промышленном реакторе мощностью 150 кВт и их основные характеристики

Параметры синтеза и характеристики	TiB <sub>2</sub>	TiC
Состав газа - теплоносителя, % об.:		
- азот / водород / метан	74/25/1	99/-/1
Технологический вариант синтеза	Ti+B+H <sub>2</sub>	Ti+CH <sub>4</sub>
Производительность по сырью, кг/ч	4,16	3,2
Количество бора в шихте, % от стехиометрического	100-125	–
Количество карбидизатора, % от стехиометрического	–	120-140
Начальная температура плазменного потока, К	н.м. 5400	н.м. 5400
Температура закалки, К	2300-2800	2300-2800
Фазовый состав	TiB <sub>2</sub>	TiC
Содержание основной фазы, %	92-93	93-93,5
Выход основной фазы, %	91,5-92,5	92-92,5
Производительность, кг/ч	4,16	3,7
Интенсивность, кг/ч·м <sup>3</sup>	2447	2105
Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /кг	43000	34000
Размер* частиц, нм	36,0	35,0
Форма частиц	Шаровидная	Огран. куб.
Окисленность** нанопорошка x 10 <sup>7</sup> , кг O <sub>2</sub> /м <sup>2</sup>	1,42	4,5
* - рассчитывался по величине удельной поверхности;		
** - определялась после выдержки на воздухе в течение 24 ч.		

## Библиографический список

1. Кипарисов С.С. Карбид титана: получение, свойства, применение /С.С. Кипарисов, Ю.В. Левинский, А.П. Петров.М.: Металлургия, 1987.216 с.
2. Serlire M. Cathodes in Aluminum Electrolysis / М. Serlire, Н.А. Oye // Dusseldorf: Aluminum – Verlag, - 2010. - 698 p.
3. Ширяева Л.С. Производство и применение карбида титана (оценка, тенденции, прогнозы) / Л.С. Ширяева, А.К. Гарбузова, Г.В. Галевский // Научно-технические ведомости СПбГПУ. – 2014. - № 2(195). – С. 100 – 108.
4. Галевский Г. В. Применение плазменного нагрева в производстве высокотемпературных боридов и карбидов / Г. В. Галевский, В. В. Руднева, И. В. Ноздрин, С. Г. Галевский, К. А. Ефимова // Специальная металлургия: вчера, сегодня, завтра: материалы XIV Всеукраинской науч.-практ. конф. (апрель 2016). – Киев, 2016. – С. 248 – 259.
5. Efimova K.A. Synthesis and properties of nanoscale titanium boride / К.А. Efimova, G. V. Galevsky, V. V. Rudneva // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 91 (2015) 012002 doi:10.1088/1757-899X/91/1/012002.

УДК 669.187

## ИЗУЧЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ МАРГАНЦА В ОКИСЛИТЕЛЬНЫЙ ПЕРИОД ПЛАВКИ В СОВРЕМЕННОЙ ДУГОВОЙ ПЕЧИ

Дмитриенко А.В.

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Протопопов Е.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк*

Изучено поведение марганца в окислительный период плавки в сверхмощной дуговой печи. Данные сопоставлены с теоретическими расчетами. Показана возможность повысить остаточное содержание марганца за счет присадок марганцевых руд и концентратов.

Ключевые слова: марганец, окислительный период, моделирование, марганцевая руда.

Одним из основных элементов, применяемых при производстве стали является марганец.

Основное положительное влияние марганца состоит в уменьшении вредного влияния на свойства стали серы. Марганец, имея высокое химическое сродство к сере, образует сульфид  $MnS$ , который при кристаллизации металла выделяется из раствора в виде тугоплавких, хаотически расположенных включений. В среднем расходуется 8-9 килограмм марганца на 1 тону выплавляемой стали.

Изменение содержания марганца по ходу плавки в электросталепла-

вильной печи подчиняется следующим общим закономерностям.

В начальном периоде плавки марганец интенсивно окисляется. Этому способствуют низкие температуры ванны и наличие первичных сталеплавильных шлаков с высоким содержанием оксидов железа.

Если шлак периода плавления в большом количестве скачивается из сталеплавильного агрегата, вместе с ним удаляется основное количество (MnO). Поэтому в дальнейшем остаточное содержание марганца в металле остается на низком уровне и по ходу плавки существенно не меняется.

Если плавка ведется без скачивания шлака, в основных сталеплавильных агрегатах реакция окисления марганца достигает состояния равновесия при остаточном содержании марганца 0,1 - 0,2 % в зависимости от концентрации марганца в металлической шихте.

В заключительном периоде плавки температура ванны повышается. Поэтому при незначительном повышении содержания (FeO), которое имеет место при концентрации углерода в металле более 0,2 - 0,3 %, содержание марганца в металле несколько увеличивается. Но при выплавке стали, содержащей менее 0,1 - 0,15 % C, в заключительном периоде плавки наблюдается быстрый рост содержания (FeO). При этом содержание марганца в металле уменьшается, несмотря на дальнейшее повышение температуры ванны.

Потери марганца в окислительный период приходится компенсировать повышенным расходом марганецсодержащих ферросплавов.

Представляется перспективным снизить расход марганецсодержащих ферросплавов за счет применения оксидных материалов (марганцевой руды).

На опытных плавках было изучено поведение марганца по ходу окислительного периода при выплавке полупродукта в ДСП. Повышение остаточного марганца в металле может заметно сократить расход марганцевых ферросплавов. Практические данные сравнили с теоретическими, полученными методом термодинамического моделирования с помощью готового программного продукта (программный комплекс «Астра»).

Моделировалась технологическая схема: присадка марганцевой руды в окислительный период при различном содержании углерода.

Исходные данные для расчета:

- состав металла до присадки марганцевой руды C – от 0,0 до 0,8 %, Mn – 0,2 %;

- состав руды

MnO	FeO	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
47 %	14 %	21 %	2 %	2 %	4 %

- количество металла 100т;

- количество исходного шлака окислительного периода 5т;

- состав шлака

FeO	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO
20 %	45 %	16 %	8 %	3 %	8 %

- количество присаживаемой руды 400кг, 1200кг;
- температура процесса 1873 К.

Расчетные и практические данные представлены на рисунке 1.

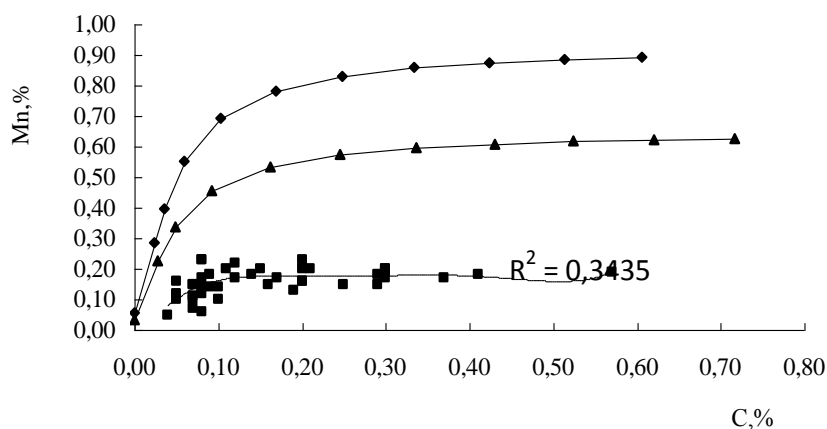


Рис. Изменение содержания марганца в металле по ходу окислительного периода  
 ▲ 400кг Мп-руды    ◆ 1200кг Мп-руды    ■ практические данные без присадок Мп-руды

Рисунок 1 – Изменение содержания марганца в металле по ходу окислительного периода

Из рисунка 1 видно, что резкое снижение содержание марганца в окислительных условиях происходит при снижении содержания углерода менее 0,10 – 0,15 %. Таким образом, если не переокислять металл, то содержание остаточного марганца может быть довольно высоким. Особенно это относится к средне- и высокоуглеродистым сталям.

*Выводы:* Применение маргацевой руды в современных условиях сталеплавильного производства имеет высокие технологические и экономические показатели. Процесс присадки руды легко управляемый и контролируемый. При производстве средне и высокоуглеродистых сталей хороший эффект может дать присадка руды в окислительный период.

УДК 66.047

## ВЫБОР СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ КОКСА К ПРОИЗВОДСТВУ АНОДНОЙ МАССЫ

Журавлев А.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.

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

В работе приведена классификация существующих сушилок, рассмотрены их характеристики, отмечены основные параметры выбора наиболее

оптимальной сушильной установки для подготовки кокса к производству анодной массы.

Ключевые слова: сушка, классификация сушилок, факторы сушки, анодная масса.

В металлургических и химических процессах при подготовке и переработке материалов широко используется процесс сушки. Он часто является последней операцией в производстве, предшествующей выпуску готовой продукции.

Сушкой называется процесс удаления влаги из твердого или пастообразного материала путем испарения содержащейся в нем жидкости за счет подведенного к материалу тепла. В ходе сушки происходит улучшение физико-механических свойств материала, снижение веса материала, придание материалу транспортабельности и т. д. Процесс сушки сопровождается тепло- и массообменом между сушильным агентом (воздух, топочные газы) и влагой высушиваемого материала [1].

Конструкции сушилок весьма разнообразны и выбор их определяется технологическими особенностями производства, а также зависит от химических свойств материала. Классификация сушилок по типу и конструкции приведена в таблице 1 [2, 3]. Сушильные аппараты классифицируются по различным параметрам, самая распространенная классификация – по конструкционным особенностям [2, 3]:

– камерные сушилки. Эти сушилки являются аппаратами периодического действия, работающими при атмосферном давлении. Они используются в производствах небольшого масштаба для материалов, допускающих невысокую температуру сушки, например, красителей. Сушилка работает с промежуточным подогревом и частичной рециркуляцией воздуха, т.е. по варианту, обеспечивающему низкую температуру и более мягкие условия сушки;

– туннельные сушилки. Применяют для сушки долго сохнувших материалов. Высушиваемый материал помещают на вагонетки (тележки), которые проталкиваются специальным толкателем через туннель. Длина туннеля составляет 25 – 60 м. Воздух проходит через весь туннель; во избежание расслаивания потока воздуха по высоте и неравномерности сушки аппарат разбивают на ряд зон, на перекрытиях которых устанавливают отопительно-вентиляционные агрегаты, создающие вертикальную циркуляцию воздуха. По интенсивности сушки туннельные сушилки мало отличаются от камерных;

– ленточные сушилки. Сушка материалов производится непрерывно при атмосферном давлении, осуществляется горячим воздухом или топочными газами, которые движутся противотоком или перекрестным током к направлению движения материала;

– распылительные сушилки. Распылительная сушка используется для жидких и пастообразных материалов и заключается в том, что материал диспергируют специальными устройствами и высушивают в потоке газообразного теплоносителя;

Таблица 1 – Классификация сушильных установок

Признак классификации	Тип сушилок
Давление в рабочем пространстве	Атмосферные вакуумные, глубоковакуумные - сублимационные
Режим работы	Периодического и непрерывного действия
Сушильный агент	Воздушные, на дымовых или инертных газах, на смеси воздуха с топочными газами, на перегретом паре, на жидких средах
Направление движения сушильного агента относительно материала	С прямотоком, противотоком, перекрестным током и реверсивные
Способ нагрева сушильного агента	С паровыми воздухонагревателями, огневыми воздухонагревателями - рекуператорами, путем смешения с топочными и дымовыми газами, с электронагревом
Схема нагрева агента сушки	С централизованным подогревом, индивидуальными агрегатами и с промежуточным подогревом
Кратность использования сушильного агента	Однократные и с циркуляцией
Способ удаления влаги из сушилки	С воздухообменом, конденсационные и с химическим поглощением влаги
Способ подвода тепла к материалу	Конвективные, контактные, с лучистым нагревом, с нагревом токами высокой частоты, акустические и ультразвуковые
Вид высушиваемого материала	Кусковой, ленточный, паста или жидкий раствор
Конструкция	Коридорные, камерные, шахтные, ленточные, конвейерные, барабанные

– барабанные сушилки. Наиболее широко распространенные сушилки, отличающиеся высокой производительностью. В качестве сушильного агента в них используют воздух и дымовые газы. Эти сушилки широко применяются для непрерывной сушки при атмосферном давлении кусковых, зернистых и сыпучих материалов. Типы промышленных барабанных сушилок



разнообразны: сушилки, работающие при противотоке сушильного агента и материала, с использованием воздуха в качестве сушильного агента, контактные барабанные сушилки и др.

Для того, чтобы высушиваемый материал или изделия равномерно высушались во всем объеме сушильной камеры, необходимо точно поддерживать соответствующий режим сушки, т.е. устанавливать вполне определенные, оптимальные при данных условиях значения температуры, влажности и скорости сушильного агента [4].

Для сушки и прокаливания углеродистых материалов в производстве анодной массы применяют печи различных конструкций, чаще всего – трубчатые вращающиеся печи. Такая печь представляет собой стальной цилиндр, внутри выложенный огнеупорным кирпичом. При помощи электродвигателя цилиндр печи вращается со скоростью 1–2 оборота в минуту. Прокаливаемый материал загружается в верхний конец печного барабана и при вращении печи медленно продвигается к нижнему его концу, где расположены форсунки, отапливаемые газом или мазутом. После выхода из печного барабана прокаленные материалы через специальное устройство попадают в холодильник, где их температура понижается. Последний представляет собой стальной барабан, расположенный под печью. Он имеет наклон и приводится во вращение электродвигателем. Холодильник снаружи обильно орошают водой [5].

Таким образом, выбирая сушильную установку, нужно стремиться к достижению минимальных затрат на электроэнергию, топливо или пар, на материалы и зарплату персонала и наименьших первоначальных затрат. Возможная компактность установки, удобство ее обслуживания также являются требованиями, которые должны быть учтены при проектировании и сооружении сушильного устройства.

#### Библиографический список

1. Энциклопедический словарь по металлургии [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://metallurgicheskiy.academic.ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – яз. рус.
2. Юренев В.Н. Теплотехнический справочник / Под общ. ред. В.Н. Юренева и П.Д. Лебедева. - М. : Энергия. Т.2. изд.2-е, перераб. - 1976.–896 с.
3. Семакина О.К. Машины и аппараты химических производств. Часть1: Учеб. пособие / О.К. Семакина.– Томск: Том. политехн. ун-т, 2003.– 118 с.
4. Космачева Э.М. Промышленные тепломассообменные процессы и установки: учеб.-метод. комплекс / Э.М. Космачева. - Минск: Белорус. национ. технич. ун-т, 2014. - 225 с.
5. Галевский Г.В. Технология производства электродных масс для алюминиевых электролизеров / Г.В.Галевский, В.М. Жураковский, Н.М. Кулагин. – Новосибирск, Наука, 1999. – 438 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

**Гальчун А.Г.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: nasgal7574@mail.ru*

Проведен анализ позитивного международного опыта использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в России.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетика, окружающая среда, ресурсы.

Актуальность выбранной темы обуславливается повышением цен на энергоносители и рост загрязнения окружающей среды, что заставляет нас пересмотреть свое отношение к нерациональному использованию традиционных энергоресурсов и обратить внимание на альтернативные источники энергии. Будущее в области энергопотребления должно обеспечиваться оборудованием, работающим на возобновляемых источниках энергии.

Российская Федерация значительно отстала в сфере использования ВИЭ от развитых мировых держав. Наблюдается идеологическое, технологическое, научное, экономическое и законодательное отставание. Если оценить, насколько велико на данный момент это отставание, то можно Россию сравнить с Европой и США начала 1990-х годов, когда шла приватизация и перестройка энергетических рынков, а идеи глобального потепления заставляли передовые умы задумываться о развитии ВИЭ и принимать первые законодательные и административные акты, регулирующие использование ВИЭ. Необходимо нагнать эти пятнадцать лет отставания и перегнать лидеров, а для этого нужна воля лиц, принимающих решения, и значительные ресурсы. Научно-технический и ресурсный потенциал России позволяет ей быть среди мировых лидеров в области ВИЭ [1].

При принятии решения о развитии любой новой отрасли, а использование ВИЭ относится к таковой, крайне важно наладить контроль за исполнением законов новыми предприятиями. Особое внимание следует уделить экологической экспертизе проектов и объектов использования ВИЭ, т.к. они являются потенциально опасными для природы, и степень их воздействия сильно зависит от технического решения и исполнения проекта. Следует наладить исследования по изучению опасности, представляемой энергетическими объектами для окружающей среды.

Одним из главных барьеров на пути развития использования ВИЭ в России служит идеологическое отставание в экологическом отношении от стран Запада. В России нет понимания вопросов насущной необходимости

использования ВИЭ ни среди профессионалов энергетической отрасли, ни среди простых потребителей энергоресурсов. Помимо этого, существует ошибочное представление о том, что Россия застрахована от мировых рисков: своим северным положением – от глобального потепления; большими запасами энергоносителей – от их оскудения в мировом масштабе и роста цен. Соответственно, вопросы безопасности поставок углеводородов вообще не касаются Российской Федерации. При более внимательном изучении становится ясным, что все эти выводы не имеют достаточных оснований и являются заблуждениями. Российской Федерации следует позаботиться о просвещении своего населения и профессионального сообщества относительно проблем на мировых рынках энергоносителей и их влиянии на экономику страны, о возможных последствиях глобального потепления для России и о современных процессах в использовании ВИЭ в мире. Помимо кампаний в прессе, следует ввести необходимые и актуальные направления подготовки для технических образовательных учреждений с целью подготовки кадров [2].

Низкий уровень технологического оборудования, производимого в России для использования ВИЭ, представляет значительный барьер для развития отрасли. Следует создать экономические условия, допускающие западных производителей к российскому рынку, т.к. на первых этапах российский производитель не в состоянии самостоятельно обеспечить отрасль оборудованием. Параллельно следует развивать собственные производства и создавать специальные зоны, где будут созданы удобные условия венчурному капиталу для создания исследовательских и производственных мощностей с целью разработки и производства оборудования на самом современном уровне. Подобные примеры можно найти в США и Германии.

Исследования, способствующие развитию использования ВИЭ, должны идти гораздо более активным образом для достижения необходимых показателей роста. Не столь важны технологические изыскания, как работы инженерно-географического плана для разномасштабной оценки территории регионов России с точки зрения возможности использования ВИЭ.

После рассмотрения экономических мер, принятых многими зарубежными странами, можно рекомендовать Российской Федерации рассмотреть возможность принятия фиксированных тарифов для энергии, полученной из ВИЭ как наиболее эффективный метод. Суть данного метода заключается в установке определённого фиксированного тарифа или премии для энергии, получаемой из ВИЭ, на достаточно продолжительные сроки, что позволяет инвесторам снижать риски и планировать инвестиции в данный сектор. Прямые дотации или перекрёстное субсидирование такого типа, как применяются у нас для субсидирования энергетики в целом, не подходят по сути, т.к. не являются рыночными, а в России ближайшее время уже заработает рынок в электроэнергетике. Предоставление определённых налоговых льгот тоже служит достаточно хорошим стимулом. Тем не менее, система фиксированных тарифов для России должна разрабатываться отдельно и учитывать раз-

розненность потребителей и порой нецелесообразно протяжённые ЛЭП [3].

Российской Федерации стоит разработать государственную стратегию использования ВИЭ и принять рамочный закон, регулирующий использование ВИЭ и подключение независимых производителей к сетям общего пользования. Из-за того, что распределение ресурсов ВИЭ крайне неравномерно по территории страны, стоит в области их использования предоставить максимальную автономию и поддержку регионам. Тем не менее, для стимулирования развития использования ВИЭ следует, как и в других странах, принять национальные законы, регламентирующие цели по развитию ВИЭ, не менее амбициозные, чем в странах ЕС. На основе районирования территории России по наличию ресурсов ВИЭ следует эти цели распределить по федеральным округам и сделать представителей президента ответственными за их выполнение. При этом внутри федеральных округов на первых этапах из-за отсутствия более детальных исследований не стоит распределять цели между регионами [4,5].

Несмотря на препятствия, сложности и проблемы, необходимо продолжать исследования, разработки, внедрение ВИЭ и, пусть постепенно, но двигаться в этом направлении. Для Кузбасса – традиционно угольного региона – проблема использования энергоресурсов осложняется возможным предстоящим введением так называемого «углеродного налога», ратификацию которого Россия пока отложила. И если не найти альтернативу угольному топливу, то подписание Россией этого Парижского соглашения может привести к краху энергетической отрасли районов, энергетика которых, как и Кузбасса, держится на угле.

#### Библиографический список

1. Фортов В.Е. Энергетика в современном мире [Текст] / В.Е.Фортов, О.С.Попель. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011. – 168 с.
2. Мировая энергетика (состояние, проблемы, перспективы). – М.: Энергия, 2007.
3. Фортов В.Е., Попель О.С. Состояние развития возобновляемых источников энергии в мире и в России // Теплоэнергетика.–2014.– №6.– С. 1-10.
4. Атаев З.А. Региональные предпосылки развития возобновляемой энергетики в России // Материалы 4-ой Всероссийской научной молодёжной школы, 2-4 декабря 2003 г. – М.: МГУ, 2003.
5. Безруких П.П. Возобновляемая энергетика: стратегия, ресурсы, технологии [Текст] / П.П. Безруких, Д.С. Стребков. – М. : ВИЭСХ, 2005.

## РАССМОТРЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ ПЕРЕРАБОТКИ СМОЛЯНОГО ОТВАЛА КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

**Коновалова Х.А.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.**

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

В работе рассмотрены возможные пути переработки смоляного отвала, образовавшегося от вывоза и складирования смолистых отходов коксохимического производства (КХП), а именно фусов, кислой смолки, полимеров, отработанных эмульсий и пр.

Ключевые слова: смоляной отвал, каменноугольная смола, смолистые отходы, промышленные отходы, фусы, кислая смолка.

Отсутствие эффективного способа утилизации смолистых отходов является основной причиной того, что на большинстве коксохимических заводов их вывозят в отвал. Хотя это наиболее простой и относительно дешевый способ уничтожения отходов, однако, в связи с повышением требований к охране окружающей среды, он не может применяться в будущем [1]. Приходится констатировать, что и другие способы уничтожения отходов (захоронение, сжигание, биоразложение) в данном случае являются неэффективными.

В качестве связующих добавок используются такие отходы КХП, как кислая смолка и каменноугольные фусы. Ежегодно в отвал вывозится около 6 тыс. т этих отходов (3,5 тыс. т фусов и 2,5 тыс. т кислой смолки).

### *Характеристика смолистых отходов*

Фусы – тяжелые остатки каменноугольной смолы, которые содержат: смолистые вещества (50-80%); фенол; угольную и коксовую пыль, выносимую газом из коксовых печей; железистые и другие соединения. Плотность фусов 1300–1400 кг/м<sup>3</sup>, размер твердых включений 0,1–5 мм. Фусы оседают на дно механических отстойников и осветлителей и представляют собой тяжелую вязкую массу [2].

Кислая смолка – остатки конденсации легкой смолы из коксового газа и продукты полимеризации непредельных соединений, так же кислая смолка образуется при очистке бензола серной кислотой. Кислая смолка, представляет собой черную вязкую массу с плотностью 1280–1300 кг/м<sup>3</sup>, содержащую 15–20 % серной кислоты, 15–30 % бензольных углеводородов и 50–60 % полимеров.

Полимеры – смесь углеводородов, получаемых при регенерации поглощительного масла. При 80–100 °С – жидкий продукт.

### *Смоляной отвал*

В процессе заполнения отвала отходами КХП происходит спонтанное расслоение продуктов отвала. Мировой опыт показывает, что ликвидация

аналогичных накопителей представляет большую трудность. Всю толщу отходов в накопителе условно можно разделить на несколько слоев [3].

Верхний слой накопителя – водный, который покрыт масляной пленкой. По многолетним наблюдениям, уровень поверхности в накопителе сезонно изменяется: весной повышается, а к концу лета снижается, т.е. в летнее время года вода с поверхности накопителя испаряется, а в осенне-зимний период высота уровня восстанавливается за счет атмосферных осадков. Водный слой образован водными отработанными растворами, отстоявшейся водой из смолистых отходов, атмосферными осадками.

Ниже располагается заэмульгированный обводненный смолистый слой, а еще ниже – смолистые отходы.

Нижний донный слой в накопителе образован нетекучими сполимеризованными в процессе хранения смолистыми и твердыми отходами.

Исследования показывают, что в различных точках по периметру отвала продукт неоднороден. Показатели качества изменяются в широких пределах: влага 15,0–61,0%, плотность 985–1263 кг/м<sup>3</sup>, содержание веществ, нерастворимых в толуоле, 1,0–11,0%, в хинолине 1,0–8,0 %, зольность 0,31–6,0%. Анализ надсмольной воды выявил, что в различных точках отвала рН изменяется в интервале 5,37–7,5, то есть среда переходит от кислой до слабощелочной [4].

#### *Переработка и использование продуктов смоляного отвала*

Систематизация литературных источников позволяет определить направления переработки продуктов смоляного отвала. По литературным данным [1-5]:

- непосредственное добавление к шихте на транспортёре в смесь с кислой смолкой сульфатного отделения, маслами биохимустановки;
- использование, как связующего, при брикетировании шихты с кислыми смолками сульфатного отделения и цеха ректификации бензола;
- коксование шихты с добавкой смеси из каменноугольных фусов, кислой смолки улавливания и ректификации бензола;
- получение вяжущих материалов для дорожного строительства, в смеси с осадками пека;
- использование для энергетических целей в виде водосмоляной эмульсии и топливных суспензий;
- как смесь каменноугольной смолы, фусов, кислых смолок для сжигания без образования сажи;
- в качестве топлива в смеси с угольной пылью;
- в качестве связующего при брикетировании губчатого железа выполняющего в дальнейшем роль топлива;
- добавление к шихте в качестве отощающей добавки после предварительного смешивания с пылью установки сухого тушения кокса, угольной шихтой, мелкими классами кокса.

Введение в шихту отходов смоляного озера в виде фусов, полимеров и кислой смолки оказывает положительное влияние на повышение насыпной

плотности шихты, в результате ее обмасливания. Это способствует увеличению производительности печей, уменьшения количества фусов и зольности каменноугольной смолы. Однородность смеси, и ее нейтральная среда достигается за счет добавления к ней щелочного эмульгатора и тщательного перемешивания в специальном смесителе. Продукт переработки содержания смоляного озера легко перемешивается с исходной шихтой и равномерно распределяется по всему ее объему [4].

#### *Выводы*

Продукты смоляного отвала содержат практически все элементы таблицы Менделеева, это говорит о том, что его переработка – перспективное направление для вторичного использования. Развитие технологий переработки коксохимических отходов, в частности, фусов, кислой смолки и пр., помогут решить проблемы не только размещения отходов, но и экономии невозобновляемых ресурсов и улучшения экологической обстановки.

#### Библиографический список

1 Коновалова Х.А. Экологические аспекты утилизации и применения отходов коксохимического производства / Х.А. Коновалова, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк, СибГИУ, 2016. – С. 330-334.

2 Коновалова Х.А. Смолистые отходы коксохимического производства: практика и перспективы применения / Х.А. Коновалова, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк, СибГИУ, 2017. – С. 271-275.

3 © FindPatent.ru - патентный поиск, 2012-2016[Электронный ресурс]. – Режим доступа:<http://www.findpatent.ru/patent/246/2468071/>

4 Мохначев А.В. Утилизация смолистых отходов коксохимического производства в условиях НКМК / Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: Сб. докладов второй Международной научно-практической конференции / под ред. Е.В. Протопопова, Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк, 2008. – С. 202-208.: ил.

5 Пономарев Н.С. Некоторые аспекты утилизации и применения промышленных отходов коксохимического производства / Н.С. Пономарев, Х.А. Коновалова, О.А. Полях // Вестник горно-металлургической секции РАЕН. Отделение металлургии. – Москва-Новокузнецк, 2016. – В. 37. – С.199-206.

## **К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОКСОВОЙ ПЫЛИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Пономарев Н.С.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Полях О.А.**

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

Проведен анализ современных направлений использования коксовой пыли коксохимического производства.

Ключевые слова: коксовая пыль, топливный брикет, углеродсодержащий сорбент.

При коксовании каменных углей образуется значительное количество отходов, которые до настоящего времени не находят эффективного применения. Среди отходов коксохимического производства особое место занимает коксовая пыль, перспективы использования которой широко обсуждаются в литературе [1-7].

Коксовая пыль на коксохимических предприятиях получается в процессе любых технологических операций связанных с коксом (рассортировки валового кокса, сухого тушения кокса, перегрузках кокса и т.д.). В целом, из-за тонкодисперсного состояния и высокой зольности коксовая пыль мало пригодна к прямому использованию. Объемы образования коксовой пыли весьма велики, в среднем на одном коксохимическом предприятии около 18000-20000 т/г.

### *Получение топливных брикетов*

Брикетирование коксовой пыли включает смешивание измельченного твердого топлива со связующим компонентом, производится под давлением [2]. В качестве измельченного твердого топлива используют предварительно обогащенную методом масляной агломерации коксовую пыль, а в качестве связующего компонента предварительно разогретый карбамид. В результате получают топливные брикеты с низкой зольностью и сернистостью, что позволяет улучшить экологическую обстановку.

Таким образом, из коксовой пыли могут быть получены топливные брикеты для сжигания в бытовых и промышленных топках.

### *Получение сорбентов*

Вследствие своей термоустойчивости коксовая пыль может быть использована для очистки водной поверхности от горящих нефти и нефтепродуктов. Коксовую пыль обрабатывают кремнийорганическим соединением [3]. Полученный углеродсодержащий сорбент рассыпают на пятно нефтепродуктов, разлитых на поверхности водных сред.



Коксовая пыль, подвергнутая термохимической активации, может быть использована для адсорбционной обработки толуола. Тoluол является одним из товарных продуктов коксохимического производства. Массовая доля посторонних веществ в толуоле должна составлять менее 1%, что превышает на многих предприятиях. Коксовую пыль активируют серной кислотой и гидроксидом калия с дальнейшей термообработкой для развития пористости и придания сорбционных свойств [4].

Таким образом, из коксовой пыли может быть получено несколько видов относительно дешевых сорбентов, обладающих адсорбционными и структурными характеристиками, близкими к некоторым промышленным активным углям [5].

#### *Использование в шихте для коксования*

Эффективность всех новых методов подготовки угольной шихты перед коксованием, в том числе и брикетирование, в значительной мере обусловлена повышением плотности угольной загрузки в печных камерах. При этом повышение плотности не только служит средством увеличения производительности печей, но и улучшает условия спекания продуктов деструкции угольных зерен разной крупности и степени метаморфизма, а, следовательно, механической прочности кокса. В ряде работ показана возможность использования коксовой пыли совместно с другими отходами производства в шихте для коксования угля [1, 6-8].

#### *Использование в электротермических процессах*

Использование в качестве сырья высокодисперсных материалов техногенного происхождения, не представляющих ценности и имеющих большие объемы накоплений, является перспективным и отвечающим требованиям ресурсосбережения направлением в электротермических процессах.

Для реализации электротермического процесса на основе микрокремнезёма и коксовой пыли разработана технология печного синтеза высокодисперсного карбида кремния, позволяющая получать продукт с удельной поверхностью 3000–4000 м<sup>2</sup>/кг и содержанием карбида 90–92 % масс. [9, 10].

#### *Выводы*

Приведена обзорная информация по основным направлениям использования отхода коксохимического производства – коксовой пыли, представленная в современных литературных источниках. Выявлены возможные пути применения: получение топливных брикетов и сорбентов, использование в шихте для коксования и в качестве шихтовых материалов электротермических процессов.

#### Библиографический список

1. Солодов В.С., Папин А.В. Разработка технологии утилизации коксовой пыли коксохимических производств в виде брикетов повышенной прочности// Ползуновский вестник № 4-2, 2011. – С. 12-16.

2. Патент РФ 2468071, классы МПК: C10L5/12, C10L5/04. Способ брикетирования коксовой пыли/ Папин А.В. , Игнатова А. Ю., Косинцев В.И., Макаревич Е.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева" (КузГТУ).- № 2011143296/04; заявл. 26.10.2011; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33.

3. Патент РФ 2438987, классы МПК: C02F1/40, B01J20/26. Способ очистки водных сред от жидких углеводородов/Ушаков Г.В., Брюханова Е.С., Басова Г.Г.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет" (ГУ КузГТУ).- № 2010133203/05; заявл. 06.08.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1.

4. ГОСТ 9880–76. Толуол каменноугольный и сланцевый. – Введ. 1977–01– 01. – М.: Изд-во стандартов, 1994. – 8 с.

5. Мухин В.М. Активные угли России / В.М. Мухин, А.В. Тарасов, В.Н. Клушин ; под общ. ред. А.В. Тарасова. – М. : Металлургия, 2000.– 352 с.

6. Ухмылов Г.С. Освоение прогрессивных процессов расширения сырьевой базы коксования за рубежом / Г.С. Ухмылов // Обзорная информация ин-т «Черметинформация». Серия коксохимическое производство. Вып. 1. – М., 1987. – 45 с.

7. Глущенко И.М. Исследование частичного брикетирования угольной шихты и связующих материалов для заводов Приднестровья / И.М. Глущенко // Кокс и химия, 1988. – С. 27.

8. Дюканов А.Г. Брикетирование угольных шихт перед коксованием и перспективы его совершенствования. / А.Г. Дюканов [и др.] // Кокс и химия, 1990. – С. 13.

9. Полях О.А. Применение отходов коксохимического производства в электротермии карбида кремния / О.А. Полях, А.Е. Аникин, Н.Ф. Якушевич, Г.В. Галевский // В сб.: Современные проблемы производства кокса и переработки продуктов коксования. Сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции / Отв. Редактор В.Ю. Блюменштейн. – Кемерово, 2014. – С. 10-15.

10. Пономарев Н.С. О возможности применения высокодисперсных техногенных отходов как сырья электротермических процессов / Н.С. Пономарев, О.А. Полях // в сб.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк, СибГИУ, 2015. – С. 246-248.

## **ПЕРЕРАБОТКА КУРИНОГО ПОМЕТА НА АО «КУЗБАССКАЯ ПТИЦЕФАБРИКА»**

**Пересадин Е.Н.**

**Научный руководитель: канд. техн. наук Аникин А.Е.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: jonyu951@gmail.com*

В настоящее время в мире существует серьезная необходимость поисков путей безопасной утилизации куриного помета. Приходится констатировать, что сейчас практически все отечественные птицеводческие хозяйства являются потенциально опасными источниками загрязнения окружающей природной среды. Многолетние накопления жидкого помета на территориях птицефабрик приводит к образованию «пометных озер» без признаков жизни флоры и фауны. Вполне реально, что в самой ближайшей перспективе это может привести к экологическому бедствию, если сейчас не принять оперативных мер по решению проблемы утилизации птичьего помета. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО), свежий птичий помет, будь то куриный, утиный, гусиный, индюшачий и прочих птиц, однозначно классифицируется III классом опасности. Птичий помет служит источником распространения резкого неприятного запаха, источником загрязнения почв и грунтовых вод, источником развития яиц и личинок гельминтов, мух, различных микроорганизмов, возбудителей.

Существует несколько способов переработки куриного помета.

**Компостирование.** Технология предусматривает циклическое смешивание на наклонной плоскости бурта торфа с полужидким пометом, что обеспечивает равномерный биотермический процесс. Этот способ позволяет в 2-3 раза уменьшить сроки компостирования, надежно обеззаразить удобрение и максимально снизить активность семян сорняков.

**Помет в качестве корма.** Поскольку около 40 % питательных веществ корма не переваривается и выделяется с пометом, возникла идея использовать его для кормления животных и птицы. При высоких температурах куриный помет обеззараживали, удаляли из него перо, пух и семена сорняков. Полученный продукт, содержащий 20-30 % сырого протеина, в смеси с комбикормом давали бычкам. При замене 33 и 50 % концентратов пудретом получали суточные привесы 870-896 г.

**Биоэнергетические методы утилизации.** Такие методы решают сразу несколько задач: сбора и переработки отходов птицефабрик с улавливанием и нейтрализацией вредоносных биогазов, получение экологически чистых удобрений, а также метана для мини-ТЭЦ, газообразного топлива для авто-тракторной техники, обеспечения работы бесфреоновых охладителей, производства «сухого» льда, соды и т.д.

*Новые технологии.* В Англии и США отходы птицеводства, в том числе и подстилку, используют в качестве экологически чистого топлива для

обогрева помещений и получения электричества.

Вермикультура – отличный белковый корм для птицы и свиней, способный, однако, аккумулировать соли тяжелых металлов, действуя как биологический «насос». Есть предложение использовать биомассу для приготовления микробиологических сред.

Птичий помет – это трудносжигаемый вид топлива, характеризующийся низкой калорийностью –  $2500 \pm 200$  ккал/кг, высокой влажностью –  $35 \pm 5$  %, и зольностью – 15-20 %. Из 1 т помета можно произвести до 1 Гкал тепла, до 3 т пара или 300-600 кВт электроэнергии. В связи с этим, нами предложена технология сжигания куриного помета в котельных птицефабрики в смеси с углем марки Д. При сжигании в котле КВ-5,0115 ШпВТ-П АО «Кузбасская птицефабрика» в качестве основного топлива предлагается использовать каменный уголь марки Д, а дополнительного и резервного – подстилочный помет. Помет из тележки подается в приемный бункер, из которого далее скребковым конвейером – в склад с подвижным полом «живое дно». Склад при максимальной загрузке обеспечивает суточный запас топлива при работе одного котла в номинальном режиме. В складе топлива на выгрузке из конвейера установлена дробилка комков, которая обеспечивает измельчение крупных кусков до фракции 0-20 мм. Далее измельченный помет попадает в бург, высотой 3-4,3 м. Выгрузка помета из склада осуществляется с помощью системы «живое дно». На дне «бетонной ванны» смонтированы «модули пола» особой конструкции, за счет возвратно-поступательного движения которых обеспечивается выгрузка помета из склада в транспортер топливоподдачи. Возвратно-поступательное движение «модулей пола» осуществляется с помощью гидроцилиндров, подключенных к маслостанции. Образующаяся в результате сжигания птичьего помета зола является эффективным минеральным калийно-фосфорным удобрением, а также компонентом для производства газонасыщенного бетона. Объем образования золы составляет 15-25 %. Выбросы от сжигания смеси угля марки Д и помета не превышают установленных норм, что установлено расчетами и подтверждено замерами.

Технология сжигания куриного помета с углем марки Д является эффективной и способной увеличить прибыль АО «Кузбасская птицефабрика».

#### Библиографический список

1. АО «Кузбасская птицефабрика» | сайт сибирской птицефабрики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kuzbasskay.ru/contact/staff/>. – 25.05.2016.
2. Птичий помет. Справочник Пестициды.ru [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.pesticide.ru/active\\_compound/bird\\_droppings](http://www.pesticide.ru/active_compound/bird_droppings). – 29.05.2016.
3. Сжигание подстилочного помета: за и против|ptitcevod.ru - все для птицеводов|воспроизводство, инкубация, репродукция, технология содержания и лечение болезней птицы | Для птицеводов[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ptitcevod.ru/reprodukcija/soderzhanie-pticy/szhiganie-podstilochnogo-pometa-za-i-protiv.html>. – 31.05.2016.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I. ТЕОРИЯ МЕХАНИЗМОВ, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ</b> .....	3
<b>Рымкевич А.А., Серебряков И.А.</b> Алгоритм управления функционированием транспортно-логистического терминала.....	3
<b>Титов В.А., Петелин Д.В.</b> Лабораторный планетарный стан для совмещенного процесса непрерывной разливки и прокатки.....	8
<b>Абрамов А.В.</b> Особенности работы щековой дробилки с верхним приводом качания подвижной щеки.....	12
<b>Демина Е.И.</b> Энергосберегающая технология резки проката на ножницах.....	14
<b>Медведева К.С.</b> Энергосберегающая технология дробления хрупких материалов.....	16
<b>Шугаев О.В., Дружинина М.Г.</b> Анализ использования твердополимерных топливных элементов для карьерных электровозов.....	17
<b>Бубнов А.Д., Винтер М.Ю., Блинов В.Л., Комаров О.В.</b> Оптимизация формы лопаточного аппарата рабочих колес центробежного газового компрессора.....	22
<b>Чепенко В.Е.</b> Контроль температуры во вкладышах подшипников скольжения.....	25
<b>Каширина Я.А.</b> Расчёт усилия правки круглого прутка методом верхней оценки.....	27
<b>Волков С.С.</b> Процессы обогащения мелких фракций коксовых марок углей.....	30
<b>Амелькин А.В.</b> Процессы обогащения крупных фракций коксовых марок углей.....	32

<b>II. НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ.....</b>	<b>35</b>
<b>Усик Д.Н.</b> О совершенствовании системы автоматизации установки дифференцированной закалки рельсов.....	35
<b>Плотников В.Е.</b> Типовая медицинская ИУС «Интерин Promis»: как повысить эффективность? .....	38
<b>Кистерев Д.С.</b> О построении и применении нормативной модели процессов подготовки и проведения международной научно - практической конференции.....	42
<b>Никулина Е.Г.</b> Компьютерная учебно-исследовательская система моделирования химических реакций.....	45
<b>Тузиков Н.Ю.</b> Разработка виртуального объемного ландшафта для игровых приложений к симулятору ARMA 3.....	48
<b>Ежов С.Ю.</b> Об администрировании АРМ сотрудников с использованием удаленного доступа.....	50
<b>Крючкина И.А., Дёмин Н.С., Гловацкий А.Е., Юрищев С.С.</b> Лабораторный стенд на основе программируемого реле ОВЕН ПР200.....	53
<b>Валуев Г.А., Даниленко М.И.</b> Комплекс автоматического мониторинга и архивирования производительности мембранных фильтров.....	57
<b>Тумаров И.И.</b> Модернизация информационно-управляющей системы библиотечного фонда ООО «ВОДОКАНАЛ» .....	60
<b>Лукин С.Ю.</b> Автоматизированная система управления рудного двора абагурского филиала ОАО "ЕВРАЗРУДА".....	63
<b>Босняк Е.С.</b> О роторных распылительных испарителях как объектах автоматического управления.....	67

<b>Федюшина Л.А.</b> Разработка структуры системы регулирования скорости электропривода с реверсом возбуждения.....	70
<b>Дроздова Д.В.</b> Компьютерные эксперименты с базами данных.....	74
<b>Дочкин А.С.</b> Мобильное приложение для операционной системы Android по ведению журналов состояния оборудования в Microsoft Dynamic Ax.....	77
<b>Раецкий А.Д., Дворянчиков М.В., Неретин А.А., Шлянин С.А.</b> Разработка сайта «Музей истории СибГИУ» с использованием методов проектного менеджмента.....	80
<b>Шлянин С.А.</b> Аутентификация личности пользователя в системах управления обучением.....	83
<b>Ураевский О.С.</b> Применение сетевого программирования для оптимального распределения ресурсов на оптимизацию ИТ-процессов.....	86
<b>Есипенюк Е.Г</b> Функциональность сайтов ресурсных центров.....	90
<b>Токмагашева Ю.В.</b> Автоматизированное рабочее место аккаунт-менеджера ООО ЛИДЛАБ.....	93
<b>Капустин А.А.</b> Современные медицинские информационные экспертные системы (обзор).....	95
<b>Мартусевич Е.А.</b> Изучение технологических процессов посредством применения игровых тренажеров.....	98
<b>Золин И.А., Золин К.А.</b> Физическая модель системы автоматического регулирования температуры объекта с распределенными параметрами .....	101
<b>Кораблин Р.А.</b> Автоматизированная информационная система прогнозирования объемов продаж сети магазинов.....	104
<b>Петрачков С.В.</b> Введение в проблему архитектуры IOS приложений.....	107

<b>Раецкий А.Д., Шлянин С.А.</b> Разработка модуля формирования отзыва на работу обучающегося в системе «Moodle» .....	110
<b>Билюченко С.С.</b> Оптимизация потребления молочных продуктов населением.....	113
<b>III. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА.....</b>	117
<b>Трофимов В.А.</b> Исследование по получению керамзитобетона с применением вторичных минеральных ресурсов (ВМР).....	117
<b>Беседин С.И.</b> Исследование по получению пеностекла как эффективного теплоизоляционного материала.....	120
<b>Дывак В.В.</b> Разработка состава и технологии для получения сейсмостойких фундаментов.....	123
<b>Калинич И.В.</b> Аэродинамическое влияние ветра на галереи транспортировки влажных горячих материалов.....	126
<b>Щеглеев И.А.</b> Городское газообразное топливо.....	128
<b>Печенин С.И.</b> Исследование работы угольных водогрейных котлов малой производительности.....	130
<b>Разливин Д.А.</b> Расчет ребристо-кольцевого купола в программном комплексе ЛИРА-САПР.....	132
<b>Истерин Е.В.</b> Повреждения металлических конструкций.....	139
<b>Костромина Е.В.</b> Особенности проектирования лесопильно-раскроечного цеха.....	142
<b>Курочкин Н.М.</b> Экспертиза проектно-сметной документации.....	145
<b>Ефимов А.А.</b> Формирование договорной цены в строительстве.....	149
<b>Нечаев А.В.</b> Трещины в строительных конструкциях.....	151



<b>Песков П.А.</b> Особенности проектирования и использования навесной фасадной системы с воздушным зазором «КРАСПАН» .....	154
<b>Татарников Д.В.</b> Здание спортивного комплекса в г. Новокузнецк.....	158
<b>Шабалина А.А.</b> Выбор строительных конструкций в зависимости от технологии производства на предприятии.....	160
<b>Бизунов А.В.</b> Создание объемно-планировочных и конструктивных решений в сфере детских садов с учетом сейсмических особенностей.....	163
<b>Агеева Д.В.</b> Особенности проектирования торгово-сервисного центра.....	167
<b>Семенова А.Г.</b> Особенности проектирования цеха по ремонту спецтехники.....	170
<b>Баранова Н.В.</b> Проектирование индивидуального жилого дома.....	174
<b>Костромин П.С.</b> Особенности проектирования литейного цеха.....	177
<b>Белоусов Н.С.</b> Что такое строительный контроль.....	181
<b>Казаков В.В., Филатова В.С.</b> Основные факторы и концепция формирования мультикомфортного дома в Мадриде.....	183
<b>Шагдарова Н.Г., Махмутова И.Р.</b> Концепция восстановления городской среды Гран-Сан-Блас.....	188
<b>Стефанко А.Г.</b> Музей истории строительства и архитектуры Новокузнецка.....	193
<b>Руднева К.С., Парчутов Д.И.</b> Городской центр дополнительного образования школьников – новый тип городской структуры .....	197
<b>Деева А.И., Наумочкина В.С.</b> Гараж-парковка для хранения личного автотранспорта на 120 мест.....	202
<b>Вахрушев С.В.</b> Организация работы шламохранилища.....	206

<b>Паньков Ю.</b> Обработка повторнозагрязненных вод водоочистных комплексов.....	209
<b>Смолькова Е.Е.</b> Перевод котлов на газообразное топливо.....	212
<b>Редькин А.Д.</b> Обзор основных теплоизоляционных материалов, применяемых при строительстве холодильных предприятий.....	214
<b>Полуносик Е.А.</b> Экономическое обоснование выбранного типа фундаментов.....	217
<b>Баратынец Д.В.</b> К вопросу о реконструкции зданий и сооружений.....	219
<b>Полуносик Е.А., Надымова А.Н.</b> Устройство ленточных щелевидных фундаментов.....	222
<b>Ивакина А.А.</b> Сравнительный анализ потенциала солнечной энергии Кемеровской области и Краснодарского края.....	226
<b>Варыгин А.И., Дреер Д.А.</b> Реконструкция сооружений по обработке и обезвоживанию осадков.....	230
<b>Горошникова А.А.</b> Применение новых блоков биологической загрузки для удаления соединений азота и фосфора.....	233
<b>Берестов Г.Р.</b> Современные технические решения по эффективному получению и использованию биогаза.....	236
<b>Маметьева Д.В.</b> Исследование эффективности работы ОСК г. Новокузнецка.....	240
<b>Абдулина Я.Р.</b> Технический обзор и устройство компактных установок для очистки малых объемов сточных вод.....	244
<b>Авдалян С.В.</b> Исследование работы паровоздуховной станции «ЕВРАЗ ЗСМК».....	248
<b>Теплоухов Д.Ю.</b> Оптимизация работы водоочистных фильтров.....	253
<b>Щербинина Е.О.</b> Исследование влияния параметров прессования на осадку пресс-масс и свойства стеновой керамики из техногенного и природного сырья.....	256

<b>Куртукова А.В., Акст Д.В., Чернейкин М.А.</b> Влияние добавки тонкомолотого мартеновского шлака на физико-механические свойства керамических материалов.....	262
<b>Зеленская Л.Р.</b> Пенобетон – эффективный теплоизоляционный материал.....	266
<b>Захаров А.О.</b> Применение алгоритмов расчета прочности изгибаемых железобетонных элементов при изучении дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции» .....	271
<b>Волостных А.А.</b> Особенности проектирования здания кузнечно-штамповочного цеха в г. Новокузнецке.....	274
<b>Губко В.П.</b> Особенности конструктивных решений здания детского сада на 6 групп в г. Новокузнецке.....	277
<b>Денисова А.С.</b> Железобетонные пространственные конструкции покрытий зданий.....	280
<b>Курлыкова Е.С.</b> Особенности проектирования промышленного одноэтажного трехпролетного здания со светоаэрационными фонарями.....	283
<b>Леонов В.А.</b> Особенности архитектурно-планировочных и конструктивных решений жилого дома со встроено-пристроенным блоком в г.Новокузнецке.....	286
<b>Маметьев В.О.</b> Исследование напряженно-деформированного состояния монолитного перекрытия административно-гостиничного комплекса в г.Новосибирске.....	289
<b>Мусохранов А.С.</b> Архитектурно-конструктивное решение административного здания в г.Новокузнецке.....	291
<b>Поправка И.А.</b> Обследование и реконструкция несущих конструкций здания газоочистки 1-ой серии Иркутского алюминиевого завода в г. Шелехов.....	294
<b>Кочарин Л.Л.</b> Условия для проектирования торгово-развлекательных центров.....	297

<b>Пименов И.Н.</b> Применение новых технологий при обеззараживании сточных вод (электроимпульсная обработка) .....	300
<b>Демьяновский А.Е.</b> Вариантное проектирование железобетонных ферм с использованием ПК ЛИРА-САПР .....	304
<b>Зеленская Л.Р.</b> Получение известково-золяного цемента на основе золы-унос Западно-Сибирской ТЭЦ.....	307
<b>Сорочинский А.В.</b> Разработка состава и технологии получения высокопрочного бетона из ВМР.....	312
<b>Сорочинский А.В.</b> Методика исследования техногенного отхода, как сырья для получения строительного материала.....	317
<b>Бояринцева Е.А.</b> Системы поквартирного отопления.....	320
<b>Варвянский В.А.</b> Вентиляция в помещениях малых объемов.....	323
<b>Деева А.И.</b> Факторы, влияющие на состояние систем отопления.....	326
<b>Наумочкина В.С.</b> Кондиционеры СПЛИТ-систем.....	329
<b>Парчуров Д.И.</b> Решения систем кондиционирования воздуха.....	332
<b>Руднева К.С.</b> Оборудование систем вентиляции.....	334
<b>Стефанко А.Г.</b> О системе водоснабжения высотных зданий.....	337
<b>Сухоруков В.А.</b> Установка для промывки стояков систем отопления.....	340
<b>Коновалов В.О.</b> Использование тепловой энергии отходящих газов металлургического агрегата для выработки электрической энергии.....	341

<b>IV. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ.....</b>	<b>347</b>
<b>Аксёнова К.В.</b> Эволюция структуры и фазового состава сталей с бейнитной и мартенситной структурами при пластической деформации.....	347
<b>Лысенко О.Е.</b> Сравнительная характеристика каменноугольных пеков и определение перспектив использования.....	350
<b>Журавлев А.Д.</b> Сравнительный анализ технологий переработки молибденовых руд.....	353
<b>Лысенко О.Е.</b> О возможности использования высокотемпературного пека в производстве анодной массы .....	356
<b>Алексеева Т.И.</b> Термодинамическое моделирование плазмосинтеза карбида циркония.....	359
<b>Ефимова К.А.</b> Нанотехнологии в производстве многофункциональных соединений титана с бором и углеродом: состояние, исследование, результаты.....	362
<b>Дмитриенко А.В.</b> Изучение поведения марганца в окислительный период плавки в современной дуговой печи.....	365
<b>Журавлев А.Д.</b> Выбор сушильной установки для подготовки кокса к производству анодной массы.....	367
<b>Гальчун А.Г.</b> Исследование экологических и технологических аспектов использования альтернативных источников энергии.....	371
<b>Коновалова Х.А.</b> Рассмотрение возможных путей переработки смоляного отвала коксохимического производства.....	374
<b>Пономарев Н.С.</b> К вопросу использования коксовой пыли коксохимического производства.....	377
<b>Пересадин Е.Н.</b> Переработка куриного помета на АО «Кузбасская птицефабрика».....	380

Научное издание

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ Е НАУКИ**

**Часть V**

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых*

**Выпуск 21**

Под общей редакцией

М.В. Темлянцева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 21.11.2017 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.

Усл. печ. л.22,8 Уч.-изд. л. 25,2. Тираж 300 экз. Заказ № 593

Сибирский государственный индустриальный университет

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42

Издательский центр СибГИУ