

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

*Посвящается 100-летию
со дня рождения ректора СМИ,
доктора технических наук,
профессора Н.В.Толстогузова*

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

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ВЫПУСК 25

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
12 – 14 мая 2021 г.*

ЧАСТЬ V

Под общей редакцией профессора Н.А. Козырева

Новокузнецк
2021

ББК 74.48.278
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
д-р техн. наук, профессор Темлянцев М.В.,
д-р техн. наук, профессор Кулаков С.М.,
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

Н 340 Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды
Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и выс-
шего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред.
Н.А. Козырева. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ,
2021. – Вып. 25. – Ч. V. Технические науки. – 456 с., ил.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Пятая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области новых информационных технологий и систем автоматизации управления; строительства; перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых; металлургических процессов, технологии, материалов и оборудования.

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

I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ

УДК: 004.91

ПРЕЦЕДЕНТНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУИРОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Койнов Р.С.

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

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

В статье описывается механизм разработки, актуализации и контроля нормативных документов, на протяжении их жизненного цикла, подразумевающий регулярное повторение операций по работе с документами через некоторые произвольные или заданные промежутки времени. Предложена прецедентная система поддержки принятия обновляющих или корректирующих решений, максимально соответствующая изменяющимся условиям (ситуациям) и активно взаимодействующая с лицом, принимающим решения (ЛПР), в том числе формирующая для него рекомендации при разработке новых или актуализации имеющихся документов на основе созданной базы документов прошлых циклов принятия решений, классифицированных по определенным признакам для ускоренного поиска оптимальных действий.

Рассмотрен пример применения данного механизма в виде разработанного конструктора нормативных документов образовательной деятельности университета, охватывающего весь жизненный цикл, таких документов как рабочие программы дисциплин, фонды оценочных средств, паспорта и программы формирования компетенций (далее АС «Конструктор документов», или, кратко, АС «Конструктор»).

Ключевые слова: прецедентный подход к принятию решений, нормативные документы, ФГОС, рабочие программы дисциплин, фонды оценочных средств, конструктор документов, автоматизация разработки документов.

1. Модифицированный прецедентный цикл принятия решений в организационной системе

Регулярная деятельность по разработке, контролю и актуализации, нормативных документов, на протяжении их жизненного цикла, подразумевающая воспроизводство типовых операций по работе с документами через произвольные или запланированные промежутки времени, является ресурсоемкой по затратам (в человеко-часах), а рутинность операций не способствует качеству разрабатываемых документов. Для решения проблемы снижения

затрат на разработку и повышения качества вновь создаваемых или актуализируемых документов предлагается применить прецедентный подход.

Суть метода принятия решений на основе прецедентов широко известна и наглядно отображается так называемым CBR-циклом принятия решений [1-8]. Вместе с тем алгоритмические основы прецедентного подхода к принятию управленческих решений в системах автоматизированного конструирования документов находятся, пока ещё, на начальном этапе своего развития. Теоретические исследования и разработки в этой области на данный момент не известны.

Прежде всего, необходимо модифицировать CBR-цикл принятия решений при разработке или актуализации документов, рассматривая его как цикл выработки управляющих решений на основе информации о ситуации в системе управления документооборотом. На рисунке 1 показан такой модифицированный цикл выработки решений на основе прецедентов, включающий действия лица, принимающего решения – ЛПР, (документоведа, преподавателя, методиста, руководителя).

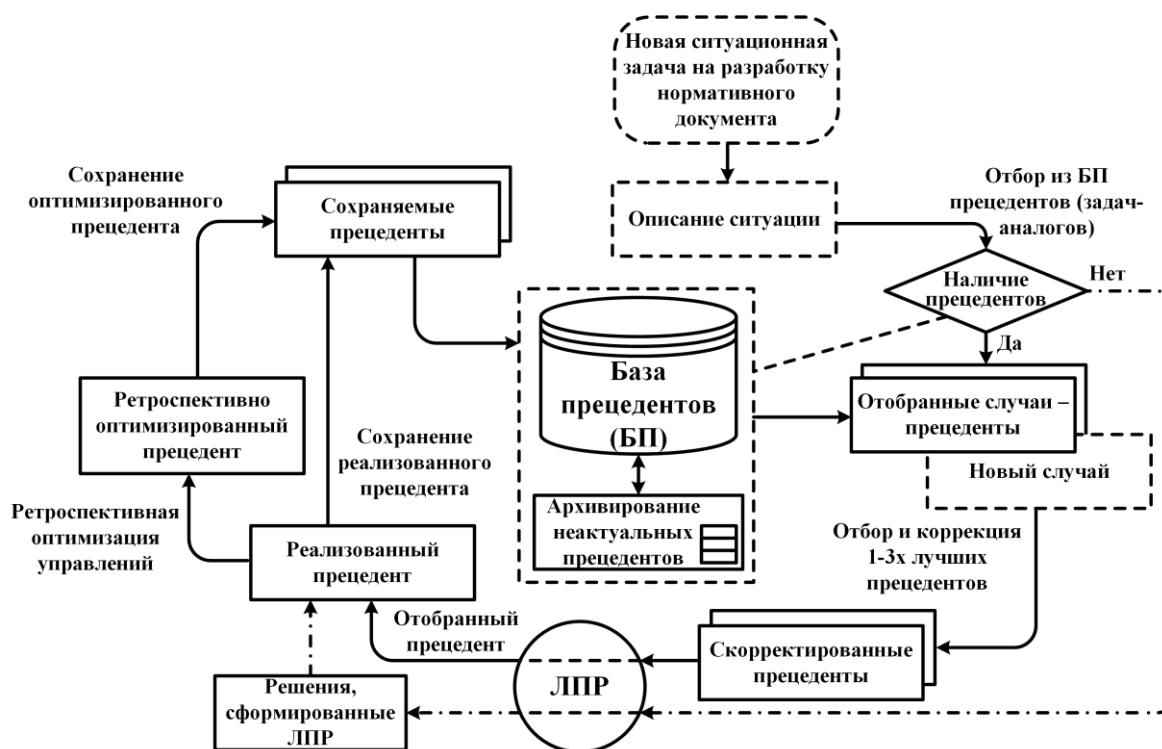


Рисунок 1 – Модифицированный цикл выработки и реализации решений в системе формирования нормативных документов

Актуальными задачами, связанными с реализацией модифицированного CBR-цикла (применительно к системе управления жизненным циклом нормативного документа) являются: построение информационной модели прецедента, выбор наилучшего (оптимального) прецедента из множества актуальных, на данный момент, прецедентов.

Рассмотрим вариант формирования информационной модели прецедента на примере задачи разработки нормативных документов для учебной

деятельности университета (рабочие программы дисциплин, фонды оценочных средств, паспорта и программы формирования компетенций). Разработка и актуализация данных документов регламентируется федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС). Как известно, согласно требованиям ФГОС [9] учебные заведения обязаны ежегодно обновлять (актуализировать) внутренние нормативные документы образовательного процесса. Процесс разработки данных документов в разных учебных заведениях проходит по-разному: где-то с привлечением выделенных специалистов, но, в основном, ввиду огромного объема разрабатываемых документов, на основе распределения документов между преподавателями, ведущими дисциплины, а специалисты (например, методисты методического отдела) осуществляют контроль и окончательную доводку разработанных преподавателями документов [10-12].

Сам процесс разработки нормативных документов довольно трудоемок, поэтому предлагается применить модифицированный цикл выработки и реализации формирующих или корректирующих решений на основе документов-прецедентов и декомпозиции их содержательной части.

Для этого информационную модель прецедента \overline{Pr} можно представить следующими основными характеристиками: год начала подготовки $Year$ (чем более свежий прецедент, тем его ценность выше), тип документа в привязке к его структуре T_{Struct} , наименование дисциплины D_{Name} (может быть не точным), онтологическое представление содержания прецедента $C_{Ontology}$ (1) [13]. При этом онтологическое представление содержания прецедента подразумевает на текущем этапе исследования простую совокупность автоматически собранных ключевых слов (без учета склонений, с применением словаря слов) с указанием их весовых коэффициентов (количества повторов по тексту в расчете на общее количество ключевых слов в тексте, 2).

$$\overline{Pr} = \{Year, T_{Struct}, D_{Name}, \overline{C_{Ontology}}\} \quad (1)$$

$$\overline{C_{Ontology}} = \left\{ Keyword_1^{\frac{r_1}{R}}, \dots, Keyword_i^{\frac{r_i}{R}}, \dots \right\}, \quad (2)$$

где $Keyword_1 \dots Keyword_i$ – ключевые слова, автоматически собранные из содержания прецедента (без учета склонений), которые включены в текст более одного раза;

$\frac{r_1}{R} \dots \frac{r_i}{R}$ – коэффициенты важности ключевых слов, рассчитанные как отношение количества повторов r i -го ключевого слова на общее количество ключевых слов R в тексте содержания.

Таким образом, при формировании запроса на поиск подходящего прецедента ЛПР может задать один или несколько из представленных характеристик (год начала обучения, тип документа, название дисциплины, перечень ключевых слов). Поиск, по ключевым словам, осуществляется таким образом, что приоритетными становятся те прецеденты, для которых сумма

коэффициентов важности указанных ключевых слов наибольшая.

2. АС «Конструктор» и этапы нового процесса разработки документов

Для исследования применимости механизмов прецедентного подхода к процессу формирования нормативных документов учебной деятельности в СибГИУ разработана автоматизированная система конструирования нормативных документов (АС «Конструктор документов ООП»).

АС «Конструктор документов ООП» является частью комплекса систем, используемых в СибГИУ для реализации учебного процесса: ИС «Деканат» (приобретенный продукт, разработчик «Лаборатория ММИС»); программный комплекс «ПЛАНЫ ВПО+СПО» (приобретенный продукт, разработчик – «Лаборатория ММИС»); база данных документов ООП (собственная разработка СибГИУ, которая является хранилищем утвержденных документов по направлениям подготовки, специальностям, дисциплин и т.д.); электронный каталог научно-технической библиотеки СибГИУ «МегаПро» (приобретенный продукт, разработчик – ООО «Дата Экспресс»); подключаемые внешние электронные библиотечные системы (в т.ч.: «Консультант студента», «Лань», «Университетская библиотека онлайн», «Юрайт»).

Процесс разработки документов ООП включает следующие этапы:

1.1 Создание в программном комплексе «ПЛАНЫ ВПО+СПО» учебных планов по направлениям подготовки / специальностям. В СибГИУ этим занимаются либо учёные секретари кафедр, либо учебный отдел.

1.2 Загрузка данных о планах в ИС «Деканат» (БД MS SQL Server).

1.3 Создание в системе ООП (БД документов ООП) первоначального набора объектов, подлежащих разработке (рабочие программы, фонды оценочных средств и т.д.). За объектами закрепляются разрабатывающие их преподаватели.

1.4 Агрегирование в АС «Конструктор документов ООП» вышеперечисленных данных, необходимых для успешной разработки документов и предоставление преподавателю веб-интерфейса с перечнем закрепленных за ним объектов. Преподаватель наполняет объекты оригинальным содержанием, которое невозможно сформировать автоматически (например, сущностным содержанием лекций, практических занятий и т.д.). На этом этапе может быть применен прецедентный подход для заполнения содержания на основе имеющегося прецедента.

1.5 Формирование преподавателем MS Word-файла, который загружается в систему электронного согласования для проверки и утверждения документа всеми подписантами.

1.6 Сохранение файл в формат pdf в случае его «кругового» одобрения, подписание электронной цифровой подписью (ЭЦП) и загрузка в хранилище документов ООП.

2 Конкретизация процесса автоматизированной разработки документа в АС «Конструктор документов ООП»

3. Пример разработки документа (рабочей программы дисциплины) с использованием прецедентного подхода

Преподаватель в своем личном кабинете может заполнить только закрепленные за ним объекты по дисциплинам. При этом в конструкторе рабочей программы он может увидеть следующий веб-интерфейс (рисунок 2).

Редактирование данных рабочей программы. Система помощи в заполнении данными объектов ООП.
Современные СУБД и хранилища данных
Дисциплина ООП Современные СУБД и хранилища данных по направлению подготовки (специальности): 01.03.02 - Прикладная математика и информатика (ФГОС 3+; профиль: Прикладная математика и информатика; форма обучения: Очная форма; срок обучения: 4 года; АИС ИИТиАС; год начала подготовки 2021; код объекта: 98882) [Учебный план ООП] [Все объекты]
Для данного объекта создана заявка на согласование № 129471.

Список файлов учебных планов:
01.03.02_о_ИПМИ-21_4 рlx

Титульный лист | 1 Цели и задачи освоения дисциплины | 2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности) | 3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине
4 Структура и содержание учебной дисциплины | 5 Перечень тем лекционных занятий | 6 Перечень тем практических занятий (семинаров) | 7 Перечень тем лабораторных работ | 8 Перечень тем курсовых проектов (работ)
9 Виды самостоятельной работы | 10 Учебно-методическое и информационное обеспечение | 11 Материально-техническое обеспечение | 12 Рассмотрение и утверждение

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Современные СУБД и хранилища данных
01.03.02 «Прикладная математика и информатика»
(направленность (профиль): «Прикладная математика и информатика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения 4 года

Год начала подготовки 2021

Сформировать word-файл | Сформировать word-файл аннотации | Удалить все введенные сведения по всем разделам
Обновить файл в заявке на согласование № 129471 | Создать заявку на аннотацию

Импортирование данных из другого объекта (после импортирования, пожалуйста, проверьте и пересохраните информацию на каждой вкладке / разделе)
Название объекта:
Выбрать объект

Рисунок 2 – Веб-интерфейс конструктора рабочей программы дисциплины

Фактически, процесс разработки программы состоит из пошагового просмотра и заполнения информации по вкладкам (разделам):

Титульный лист

1 Цели и задачи освоения дисциплины.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности).

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине.

4 Структура и содержание учебной дисциплины.

5 Перечень тем лекционных занятий.

6 Перечень тем практических занятий (семинаров).

7 Перечень тем лабораторных работ.

8 Перечень тем курсовых проектов (работ).

9 Виды самостоятельной работы.

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение.

11 Материально-техническое обеспечение.

При этом: таблица объема часов заполняется автоматически; перечень компетенций и индикаторов также заполняется автоматически (необходимо заполнить только содержание «знать», «уметь», «владеть» / «иметь опыт»); перечень дисциплин для указания места учебной дисциплины в структуре ООП формируется автоматически (необходимо только выбрать необходи-

мые дисциплины изучаемые до или после/совместно с текущей дисциплиной); заполнение учебно-методического обеспечения может быть произведено из сводного каталога библиографических записей (путем их выбора).

Преподавателю, в основном, остается заполнить только содержательную часть рабочей программы (рисунок 3).

Рисунок 3 – Пример заполнения структуры и содержания учебной дисциплины

На данном этапе можно провести поиск прецедента для импортирования из него содержательной части в текущий документ. Для этого необходимо провести поиск наиболее подходящих прецедентов (рисунок 4), соответствующих необходимым критериям. После выбора прецедента можно просмотреть его содержимое путем импортирования.

После заполнения всех разделов и нажатия на кнопку «Сформировать word-файл» можно скачать и просмотреть готовый файл рабочей программы (рисунок 5) для визуальной проверки на возможные ошибки заполнения.

Если ошибки заполнения не выявлены, то по нажатию на кнопку «Создать заявку на согласование», готовый файл передается в систему согласования для дальнейшей проверки и одобрения всеми подписантами (в случае согласования рабочей программы это: заведующий профильной кафедрой, библиотекарь НТБ, методист учебного отдела, проректор по учебной работе). При этом любой из подписантов может вернуть файл на доработку с указанием замечаний. Если файл (заявка) одобряется всеми подписантами, то в дальнейшем он конвертируется в pdf-формат, подписывается ЭЦП, помещается в хранилище документов ООП.

Импорт сведений из объекта ООП

Поиск

Код объекта:

Тип объекта:

Кафедра:

Направление подготовки (специальность):

Профиль:

Форма обучения:

Год начала подготовки:

Название объекта ООП:

Ключевые слова объекта ООП (через запятую):

Отобрано записей: 7. Выводить по записей:

Код объекта в ООП	Кафедра	Объект ООП	
98882	АИС	Дисциплина ООП Современные СУБД и хранилища данных по направлению подготовки (специальности): 01.03.02 - Прикладная математика и информатика (профиль: Прикладная математика и информатика; форма обучения: Очная форма; кафедра: АИС; год начала подготовки 2021)	<input type="button" value="Выбрать"/>
103142	АИС	Дисциплина ООП Современные СУБД и хранилища данных по направлению подготовки (специальности): 09.03.02 - Информационные системы и технологии (профиль: Информационные системы и технологии; форма обучения: Заочная форма; кафедра: АИС; год начала подготовки 2021)	<input type="button" value="Выбрать"/>

Рисунок 4 – Пример поиска наиболее подходящих прецедентов по ключевым словам онтологического ядра содержания

<p>Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет» Кафедра автоматизации и информационных систем</p> <p style="text-align: center;">УТВЕРЖДАЮ Проректор по учебной работе _____ И.В. Зоря подпись «___» _____ 20__ г.</p> <p style="text-align: center;">РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ</p> <p>Методы и модели принятия управленческих решений 27.04.02 - Управление качеством Управление качеством Квалификация выпускника Магистр</p> <p>Форма обучения Очная форма</p> <p>Срок обучения 2 года</p> <p>Год начала подготовки 2020</p> <p style="text-align: center;">Новокузнецк 2020</p>	<p>1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины</p> <p>Целями учебной дисциплины являются: – формирование у обучающихся компетенций (знаний, умений и навыков) постановки и алгоритмизации задач принятия решений, использования прикладных методов теории принятия решений (ТПР).</p> <p>Задачами учебной дисциплины являются: – понять процесс принятия решений и состав его участников; – ознакомиться с задачами принятия решений; – изучить способы сравнения и выбора вариантов решений; – освоить типовые методы скалярной оптимизации индивидуальных решений; – освоить методы векторной оптимизации решений; – изучить методы и механизмы коллективного выбора решений.</p> <p>2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)</p> <p>Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули) ООП по направлению подготовки (специальности) 27.04.02 «Управление качеством». Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин: – Статистические методы в управлении и контроле. Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам: – Экономика и управление наукоемкими производствами, – Организационно-управленческая практика.</p> <p>3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине</p> <p>Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:</p> <p>– Общекультурные / общие компетенции</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Код и наименование ОК</th> <th>Планируемые результаты обучения</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам</td> <td>– знать: типовые модели задач принятия решений – уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем. – владеть: процедурой принятия решений.</td> </tr> </tbody> </table> <p>– Общепрофессиональные компетенции</p>	Код и наименование ОК	Планируемые результаты обучения	ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам	– знать: типовые модели задач принятия решений – уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем. – владеть: процедурой принятия решений.
Код и наименование ОК	Планируемые результаты обучения				
ОК-5: способностью собирать, обрабатывать и интерпретировать с использованием современных информационных технологий данные, необходимые для формирования суждений по соответствующим социальным, научным и этическим проблемам	– знать: типовые модели задач принятия решений – уметь: осуществлять поиск и подготовку данных для решения проблем. – владеть: процедурой принятия решений.				

Рисунок 5 – Пример готового файла рабочей программы

Заключение

В статье предложен модифицированный цикл выработки и реализации управляющих решений в системе управления принятия решения при формировании нормативных документов. Представлен пример применения прецедентного подхода при автоматизированном формировании нормативных документов на базе разработанной в СибГИУ АС «Конструктор документов

ООП». Приведен пример заполнения в конструкторе документа «Рабочая программа дисциплины» на базе выбранного прецедента. Показана эффективность предложенной методики, заключающаяся в сокращении затрат времени на разработку, стандартизации оформления, ускорении согласования документов ООП. Предварительный анализ показал, что эффективность предложенного метода тем выше, чем больше накопленной информации о прецедентах имеется в БД прецедентов.

Библиографический список

1. Rong Pan. Mining competent case bases for case-based reasoning // Rong Pan, Qiang Yang, Sinno Jialin Pan. - Artificial Intelligence. - Volume 171, Issues 16–17, November 2007, Pages 1039-1068. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.artint.2007.04.018>.

2. Варшавский П.Р. Метод поиска решений в интеллектуальных системах поддержки принятия решений на основе прецедентов / П.Р. Варшавский, Р.В. Алехин // International Journal "Information Models and Analyses" Vol.2 / 2013, № 4, pp 385-392.

3. Avdeenko T.V. Integration of Case-based and Rule-based Reasoning Through Fuzzy Inference in Decision Support Systems // T.V. Avdeenko, E.S. Makarova. - Procedia Computer Science. - Volume 103, 2017, Pages 447-453. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.016>.

4. Wan Shana. A knowledge based machine tool maintenance planning system using case-based reasoning techniques // Wan Shana, Li Dongbob, James Gaoc, Li Jinga. - Robotics and Computer-Integrated Manufacturing. - Volume 58, August 2019, Pages 80-96. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.01.012>

5. Phyu Hnin Thihea. Materials failure analysis utilizing rule-case based hybrid reasoning method // Phyu Hnin Thihea, Zhou Xub, Yuan Chenga, Ying Jina, Peng Shia. - Engineering Failure Analysis. - Volume 95, January 2019, Pages 300-311. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2018.09.033>.

6. Yuan Guo. Research on the integrated system of case-based reasoning and Bayesian network // Yuan Guo, Wei Chen, Ying-Xia Zhu, Yu-Qin Guo. - ISA Transactions. - Volume 90, July 2019, Pages 213-225. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.isatra.2018.12.049>.

7. Marcin Relicha. A case-based reasoning approach to cost estimation of new product development // Marcin Relicha, Pawel Pawlewskib. - Neurocomputing. - Volume 272, 10 January 2018, Pages 40-45. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.05.092>.

8. Ji Xia. An online case-based reasoning system for coal blends combustion optimization of thermal power plant // Ji Xia, Gang Chen, Peng Tan, Cheng Zhang. - International Journal of Electrical Power & Energy Systems. - Volume 62, November 2014, Pages 299-311. - URL: <https://doi.org/10.1016/j.jepes.2014.04.036>.

9. Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс] // Портал Федеральных государственных образовательных

стандартов. - М. URL: <http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24> (дата обращения: 22.03.2021).

10. Космачёва И.М., Квятковская И.Ю., Сибикина И.В. Автоматизированная система формирования рабочих программ учебных дисциплин // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizirovannaya-sistema-formirovaniya-rabochih-programm-uchebnyh-distiplin> (дата обращения: 22.03.2021).

11. Кряжев С.А., Левковский Д.И. Информационная система поддержки рабочей программы дисциплины // Вестник ЮУрГУ. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. 2019. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-sistema-podderzhki-rabochey-programmy-distipliny> (дата обращения: 22.03.2021).

12. Ботыгин И. А. Автоматизированная система удаленного формирования документов фонда оценочных средств профессиональных образовательных программ / И. А. Ботыгин, В. Н. Попов // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2006. — Т. 309, № 7. — [С. 221-225]. — URL: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/1424>.

13. Сидорова Е.А. Подход к моделированию процесса извлечения информации из текста на основе онтологии // Онтология проектирования. 2018. №1 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/podhod-k-modelirovaniyu-protssesa-izvlecheniya-informatsii-iz-teksta-na-osnove-ontologii> (дата обращения: 22.03.2021).

УДК 620.91

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА НА ОСНОВЕ ПЛАТЫ ARDUINO

Киселев И.Н.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Рудаков А.И.

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, e-mail: igorkiselev17@gmail.com*

В докладе приведены достоинства и недостатки использования Солнца в качестве источника электроэнергии. Предложен макет двухосевого солнечного трекера на базе платы Arduino UNO R3 для повышения энергоэффективности фотоэлектрических систем. Представлена схема внешних соединений трекера. Произведена оценка энергоэффективности использования солнечного трекера в г. Казань.

Ключевые слова: солнечный трекер, солнечная панель, Arduino, сервопривод, энергоэффективность.

Производство электроэнергии за счет сокращения использования традиционных источников энергии – актуальная проблема в современной энергетике. Одним из наиболее перспективных направлений возобновляемой энергетики является солнечная энергетика. В последние годы наблюдается повышенный спрос на фотоэлектрические системы из-за их относительно низких и постоянно снижающихся затрат на производство электроэнергии по сравнению с другими технологиями использования возобновляемых источников энергии и низким воздействием на окружающую среду [1]. С другой стороны, недостатком технологий возобновляемой энергетики являются низкие плотности энергии источников энергии. Кроме того, непостоянный характер солнечного излучения препятствует работе фотоэлектрических систем на оптимальном экономическом уровне. Это означает, что электростанции, преобразующие энергию возобновляемых источников энергии, должны использоваться как можно энергоэффективнее. В этом контексте система слежения за солнечными батареями является лучшей альтернативой для повышения энергоэффективности солнечных панелей. Солнечные трекеры с помощью привода поворачивают солнечную панель в течение дня таким образом, чтобы на поверхность солнечной панели приходилось большее количество солнечного излучения. В данной статье предлагается двухосная система слежения за Солнцем, разработанная с использованием платы Arduino Uno, а также серводвигателя SG-90 и двух фоторезисторов.

Принцип работы солнечного трекера можно охарактеризовать следующим образом. Солнце движется в течение дня с Востока на Запад, вследствие этого солнечная панель поворачивается так, чтобы угол падения солнечного прямого излучения на панель был как можно ближе к прямому [2]. Солнечные трекеры могут одноосевыми или двухосевыми. Одноосевые осуществляют повороты солнечного модуля относительно только одной оси. Существует несколько типов одноосевых трекеров: трекеры с одной наклонной осью вращения, трекеры с горизонтальной осью вращения и трекеры с вертикальной осью вращения. Существует два вида двухосевых трекеров: трекер с двумя осями вращения на несущем столбе и трекер с двумя осями вращения и опорной плоскостью. В первом случае солнечный модуль монтируется на конце столба. Движение трекера с востока на запад управляется поворотом солнечных панелей вокруг верхнего полюса, на котором закреплён подшипник. В верхней части вращающегося подшипника находится механизм, который обеспечивает вертикальное вращение панелей и обеспечивает основные точки крепления для массива панелей. В трекере с двумя осями вращения и опорной плоскостью солнечные панели устанавливаются на ролики или на большую платформу с подшипниками. Созданный макет является уменьшенным вариантом трекера с двумя осями вращения на несущем столбе. Вращение солнечной панели относительно вертикальной оси в течение дня осуществляется сервоприводом автоматически, а наклон солнечной панели к горизонту задается вручную, например, каждый месяц или неделю.

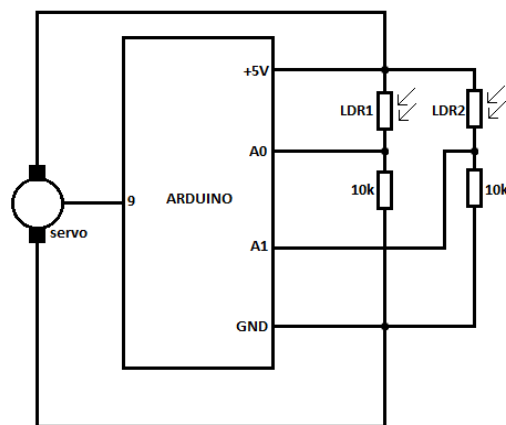


Рисунок 1 Схема внешних соединений солнечного трекера

Схема внешних соединений солнечного трекера показана на рисунке 1. Сопротивления фоторезисторов LDR1 и LDR2, расположенные по краям солнечной панели на одном горизонтальном уровне, изменяются с изменением интенсивности падающего на них излучения, поэтому они соединены таким образом, что изменение сопротивления преобразуется в аналоговый сигнал напряжения, который подается на аналоговые входы A1 и A0 платы Arduino. Выбраны фоторезисторы, которые в темноте имеют сопротивление 1 МОм, а при 100 лк от 4,2 до 7,5 кОм. Контроллер периодически считывает значения с двух фоторезисторов и сравнивает их. Если значения с датчиков практически одинаковы, то панель наведена на солнце и зафиксирована в этом положении. В случае, если значение одного из датчиков отличается от другого, контроллер дает команду на серводвигатель для поворота платформы. Команда на серводвигатель подается до тех пор, пока значения с датчиков не сравняются, и в результате солнечная панель зафиксируется в данном положении [2].

Используемый сервопривод SG90 используется в основном для управления небольшими легкими механизмами, угол поворота которых ограничен диапазоном от 0 до 180 градусов. Имеет два провода для питания и один провод для управления, который подключен к дискретному входу платы Arduino Uno. Для управления используется ШИМ-сигнал с периодом 20 мс и продолжительностью импульса от 1 до 2 мс, что соответствует крайнему левому и крайнему правому положению вала.

Параметры солнечных батарей приводятся при стандартных тестовых условиях (STC): освещенность должна быть 1000 Вт/м^2 , температура солнечного модуля - $25 \text{ }^\circ\text{C}$, спектр излучения должен соответствовать массе воздуха 1,5, а скорость ветра должна быть равна нулю. Используемая в макете солнечная панель имеет максимальную мощность 0,5 Вт, напряжение и ток в точке максимальной мощности 5,5 В и 0,1 А соответственно и КПД = 17 %. Следовательно, мощность падающего на плоскость солнечной панели излучения равна 2,9 Вт.

В течение дня осуществлено сравнение выходной мощности вращающейся относительно вертикальной оси солнечной панели и выходной мощ-

ности фиксированной солнечной панели. Поскольку траектория точки максимальной мощности является практически прямой, параллельной оси мощности P на $P-V$ диаграмме солнечной панели, то для измерения максимальной мощности солнечной панели при данной освещенности и температуре можно снимать показания тока нагрузки солнечной панели при таком изменении сопротивления нагрузки, которое обеспечивает постоянство напряжения на нагрузке. В качестве нагрузки используем переменный резистор на 680 Ом, а для измерения тока и напряжения на нагрузке два цифровых мультиметра. Результаты измерений приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнение мощностей неподвижно установленной и вращающейся солнечной панели

Время	Мощность фиксированной СП (мВт) / КПД (%)	Мощность вращающейся СП (мВт) / КПД (%)	Повышение КПД, о.е.
08:00	41,2 /1,4	124,8 /4,3	3,1
09:00	77,6 /2,7	135,0 /4,7	1,7
10:00	88,4 /3,0	154,4 /5,3	1,8
11:00	141,2 /4,9	188,8 /6,5	1,3
12:00	174,5 /6,0	219,2 /7,6	1,3
13:00	210,2 /7,2	297,2 /10,2	1,4
14:00	250,6 /8,6	254,4 /8,8	1,0
15:00	212,6 /7,3	204,8 /7,1	1,0
16:00	174,4 /6,0	195,4 /6,7	1,1
17:00	143,2 /4,9	174,6 /6,0	1,2
18:00	90,0 /1,8	128,6 /4,4	2,4

Из таблицы 1 следует, что КПД солнечной панели с солнечным треке-ром в 2-3 раза больше в начале и конце светового дня, чем КПД неподвижной солнечной панели. Ближе к середине дня КПД установленной и вращающейся солнечной панели постепенно сравниваются.

Библиографический список

1. Рудаков А.И., Максимова В.А. Повышение энергоэффективности солнечных фотоэлектрических установок / «Наука. Технология. Производство – 2019: Моделирование и автоматизация технологических процессов и производств, энергообеспечение промышленных предприятий»: сб. всерос. научно-методич. конф. – Салават: УГНТУ, 2019. – С. 193-196.
2. Иванова В.Р., Габрахманов А.Ф. Система солнечного электроснабжения / «Научные перспективы XXI века»: матер. междунар. научно-практич. конф. – Прага: НИЦ «Мир науки», 2018. – С. 50-57.

ОБЗОР МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДИКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ КОТИРОВОК ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ

Байдалин А.Д.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Рыбенко И.А.

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

В статье речь идет о методах реализации предиктивных моделей котировок финансовых рынков.

Ключевые слова: фондовая биржа, акции, банки, облигации, машинное обучение, технический анализ, котировки, трейдинг.

Фондовая биржа – это финансовый институт, обеспечивающий регулярное функционирование организованного рынка ценных бумаг. В каждой стране мира с рыночной экономикой есть национальная фондовая биржа. Это организованный рынок для торговли ценными бумагами: акциями, облигациями и другими финансовыми инструментами.

Акции – это ценные бумаги, которые обеспечивают ее владельцу долю в капитале компании. Акции являются одним из основных инструментов инвестирования на фондовом рынке и предоставляют возможность получения дополнительного дохода [1].

В статье рассмотрены основные методы прогнозирования значений котировок на фондовом рынке с использованием современных средств анализа.

Предиктивные модели биржевой динамики в течение долгого периода времени были основой экономики финансов. Исследования на эту тему проводились с начала двадцатого века. Развитие эконометрических методов значительно расширило инструментарий исследователей, и до семидесятых годов прошлого века применение эконометрических моделей давало эффективные результаты.

Технологии стали активом, финансовые организации теперь не только занимаются своим основным бизнесом, но уделяют много внимания новым разработкам. В настоящее время лучших результатов добиваются обладатели не только самого эффективного, но и быстродействующего оборудования.

Среди наиболее популярных, в сфере финансов, языков программирования можно отметить R и Python. Также часто используются C++, C# и Java. Эти языки программирования позволяют с наибольшей точностью провести структурный анализ финансовых временных рядов.

Временной ряд – это последовательность цифровых данных, соответствующих последовательным равным промежуткам времени. В сфере финансов такие ряды используются для отслеживания изменения цен за определенный период времени, записанных в равные интервалы. Пример временного ряда стоимости акции компании Intel представлен на рисунке 1.



Рисунок 1- График стоимости акций Intel

Одним из самых востребованных инструментов при использовании Python для разработки финансовых приложений является пакет Pandas. По мере углубления в процесс разработки понадобятся также такие пакеты как NumPy, SciPy, Matplotlib [2].

Класс в Python состоит из двух основных частей: полей и методов. Поля (или атрибуты) – значения или данные, связанные либо с классом в целом, либо с конкретными экземплярами (объектами) класса. Методы – это функции, содержащиеся в классе, которые могут взаимодействовать с этими данными. Одно из полей объекта Stocker – это история рынка для конкретной компании, значение которого связывается с объектом при его создании. Чтобы проверить это, мы можем получить доступ к атрибуту и присвоить его значение другой переменной:

```
# Stock - это атрибут объекта microsoft
stock_history = microsoft.stock
stock_history.head()
```

Рисунок 2 – Код для вывода данных

При выполнении данной команды возникает возможность вывода для анализа таблицы всех значений акции Microsoft.

Аналитические возможности Stocker можно использовать для нахождения общих тенденций и моделей в данных. Предсказания в Stocker сделано с использованием аддитивной модели, которая представляет временные ряды как комбинацию общей тенденции вместе с сезонностями в различных временных масштабах, таких как ежедневный, еженедельный и ежемесячный. Stocker использует пакет, разработанный Facebook для аддитивного моделирования.

Date	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
2011-08-26	24.510000	25.340000	24.420000	25.250000	20.321911	71957000
2011-08-29	25.530001	25.860001	25.370001	25.840000	20.796757	38863200
2011-08-30	25.730000	26.430000	25.700001	26.230000	21.110643	57341400
2011-08-31	26.290001	26.709999	26.260000	26.600000	21.408432	59300800
2011-09-01	26.459999	26.860001	26.209999	26.209999	21.094543	60510800
...
2021-10-06	285.779999	293.630005	285.510010	293.109985	293.109985	28002600
2021-10-07	295.179993	296.640015	293.920013	294.850006	294.850006	20430500
2021-10-08	296.220001	296.640015	293.760010	294.850006	294.850006	17680300
2021-10-11	292.920013	297.970001	292.750000	294.230011	294.230011	19298600
2021-10-12	295.339996	295.440002	292.350006	292.880005	292.880005	17955800

Рисунок 3 - Результирующая таблица

Аддитивные модели – это мощный инструмент анализа и предсказания временных рядов, одного из наиболее распространенных типов данных. Концепция проста: временные ряды представляют, как комбинацию некоторых шаблонов в разных временных масштабах и общий тренд. Prophet – библиотека, разработанная Facebook, для анализа временных рядов с ежедневными наблюдениями [3].

Еще одним способом прогноза динамики цен является машинное обучение. В современном мире различают два типа обучения. Первым типом является, обучение по прецедентам, или индуктивное обучение, которое основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Вторым типом является, дедуктивное обучение. Оно предполагает формализацию знаний экспертов и их перенос в компьютер в виде базы знаний. Дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами.

Машинное обучение находится на стыке математической статистики, методов оптимизации и классических математических дисциплин, но имеет также и собственную специфику, связанную с проблемами вычислительной эффективности и переобучения. Многие методы индуктивного обучения разрабатывались как альтернатива классическим статистическим подходам. Многие методы тесно связаны с извлечением информации и интеллектуальным анализом данных (Data Mining). [4]

Вывод. В статье рассмотрена самая популярная часть способов, которые помогают в прогнозе. Для более глубокого анализа необходимо погрузиться в машинное обучение и нейронные сети.

Библиографический список

1. Джек Д. Швагер. Технический анализ: Полный курс, 1996 г. – 870 с.
2. Ричард Вайсман. Механические торговые системы, 2012 г. – 230 с.

3. Ральф Винс. Математика управления капиталом: методы анализа риска для трейдеров и портфельных менеджеров, 2012 г. – 380 с.

4. Хасты Т., Тибришани Р. Основы статистического обучения: интеллектуальный анализ данных, логический вывод и прогнозирование - Москва: Вильямс, 2020. – 768 с.

УДК 669.162.16

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ПРОЦЕССА КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОКСА

Байдалин А.Д.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Рыбенко И.А.

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

В статье описывается механизм определения состава шихты для процесса коксования с использованием метода машинного обучения – «k-nearest neighbors algorithm classification»

Ключевые слова: коксование, уголь, шихта, машинное обучение, классификация, python.

Коксование – это процесс переработки твёрдого топлива (шихты) нагреванием без доступа кислорода в течение нескольких часов. При разложении топлива образуется твёрдый продукт – каменноугольный кокс и летучие продукты. Каменноугольный кокс является наиболее распространённым твёрдым топливом, используемым в доменных печах для выплавки чугуна. Подготовительной частью этого процесса является шихтование – процесс смешивания сырья разных марок углей для придания смеси определенных технологических свойств.

Одной из основных задач шихтования является классификации видов углей различных марок, применяемых в процессе. Однако в настоящее время на производстве используются устаревшие методы фиксации исходных данных. Оператор может ошибаться во время записи данных или просто что-то пропустить.

Из-за подобных неточностей трудно создать алгоритм, обеспечивающий выпуск качественного каменноугольного кокса с возможным снижением затрат на закупку угля. Необходима точная информация о составе шихты для реализации процесса коксования угля [1]. Для решения этой задачи разработан механизм определения состава шихты для процесса коксования с использованием метода машинного обучения – «k-nearest neighbors algorithm classification».

Метод k-ближайших соседей (англ. k-nearest neighbors algorithm, k-NN) – это метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии (рисунок 1).

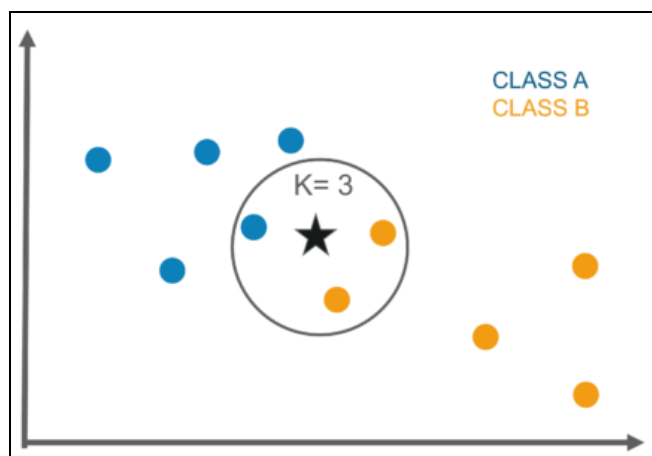


Рисунок 1- Графическая интерпретация метода kNN

В случае использования метода для классификации объект присваивается тому классу, который является наиболее распространённым среди k соседей данного элемента, классы которых уже известны. В случае использования метода для регрессии, объекту присваивается среднее значение по k ближайшим к нему объектам, значения которых уже известны.

Алгоритм может быть применим к выборкам с большим количеством атрибутов (многомерным).

Основными выходными параметрами конечного продукта коксохимического производства (каменноугольного кокса) являются – W (влажность), A (зольность), Апл (зольность плановая), V (выход летучих веществ). Эти параметры фиксируются при проверке кокса на качество. Исходя из результатов оценки качества, можно с высокой точностью определить марки углей, которые использовались для процесса коксования.

При реализации алгоритма использовались исходные данные в необработанном виде. Для обработки и классификации данных были использованы Anaconda (Jupyter Notebook) – дистрибутив языка программирования Python, включающий набор популярных свободных библиотек, объединённых проблематиками науки о данных и машинного обучения [2].

Сначала нужно импортировать необходимые библиотеки для работы с большими данными. «Pandas» – программная библиотека на языке Python для обработки и анализа данных (рисунок 2). Работа «pandas» с данными строится поверх библиотеки «NumPy», являющейся инструментом более низкого уровня. «Scikit-learn» – один из наиболее широко используемых пакетов Python для Data Science и Machine Learning. Он позволяет выполнять операций с данными и предоставляет множество алгоритмов [3].

На следующем шаге необходимо очистить пропущенные значения, которые в Jupyter Notebook помечаются меткой «NaN» (так программа автома-

тически помечает пропуск в данных). Для каждого элемента можно использовать алгоритм удаления таких значений:

```
pk5.dropna(subset=['Марка'], inplace=True)
pk5.dropna(subset=['W, %'], inplace=True)
pk5.dropna(subset=['A, %'], inplace=True)
```

```
In [1]: import pandas as pd
import numpy as np
from sklearn.metrics import classification_report
from sklearn.metrics import confusion_matrix
from sklearn.metrics import accuracy_score
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from sklearn.svm import SVC
import matplotlib.pyplot as plt

In [2]: pk = pd.read_excel('all_data_regres.xlsx', index_col=[])
pk

Out[2]:
```

	Дата	№ смены	№ бригады	Время	Марка	W, %	A, %	Апл, %	V, %
0	2017-12-31 00:00:00	2.0	4.0	21:00:00	NaN	6.8	9.3	9.6	20.5
1	Сменный (среднее)	NaN	NaN	NaN	NaN	6.8	9.3	9.6	20.5
2	2017-12-31 00:00:00	1.0	3.0	23:00:00	NaN	6.6	9.6	9.6	20.5
3	2018-01-01 00:00:00	1.0	3.0	01:00:00	NaN	6.8	9.4	9.6	20.4
4	2018-01-01 00:00:00	1.0	3.0	03:00:00	NaN	6.6	9.1	9.6	20.2
...

Рисунок 2 – Импорт библиотек и исходного файла

При проведении чистки и формализации данных, был получен следующий результат (рисунок 3):

```
In [78]: dataset2.head()

Out[78]:
```

	w	a	apl	v	mark
0	7.6	10.3	10.6	19.8	смесь
1	7.5	10.1	10.6	19.8	смесь
2	7.7	9.9	10.6	20.1	смесь
3	7.8	10.0	10.6	20.4	смесь
4	7.6	9.8	10.6	20.0	смесь

Рисунок 3 – Результирующий датасет

После чего был разработан алгоритм «k-nearest neighbors algorithm» или kNN. Обучающая и тестовая выборка были взяты в соотношении 0,8 на 0,2.

Обучающая выборка (training sample) – набор объектов, для каждого из которых априорно известно, к которому из нескольких классов он принадлежит. Применяется в задачах классификации с обучением. Тестовое множество, или тестовая выборка, представляет собой аналогичный набор наблюдений, который используется для оценки качества модели, используя определенные показатели.

Часть кода для алгоритма kNN и результат выполнения представлены на рисунке 4 (реальные марки угля были заменены на общие названия):


```

Out[87]: KNeighborsClassifier(n_neighbors=15)

In [88]: y_pred = classifier.predict(X_test)

In [89]: from sklearn.metrics import classification_report, confusion_matrix
print(confusion_matrix(y_test, y_pred))
print(classification_report(y_test, y_pred))

```

	[[111 1 7 0]				
	[0 239 2 5]				
	[4 2 85 2]				
	[3 11 10 85]]				
		precision	recall	f1-score	support
Марка 1		0.94	0.93	0.94	119
Марка 2		0.94	0.97	0.96	246
Марка 3		0.82	0.91	0.86	93
Марка 4		0.92	0.78	0.85	109
accuracy				0.92	567
macro avg		0.91	0.90	0.90	567
weighted avg		0.92	0.92	0.92	567

Рисунок 4 – Результат выполнения алгоритма

Предиктивная способность по маркам угля созданного алгоритма находится в интервале от 82 % до 94 %, что является хорошим результатом. Такие результаты были достигнуты, в том числе благодаря расчету средней ошибки на интервале расчета значения «k». Для этого был построен следующий график (рисунок 5):

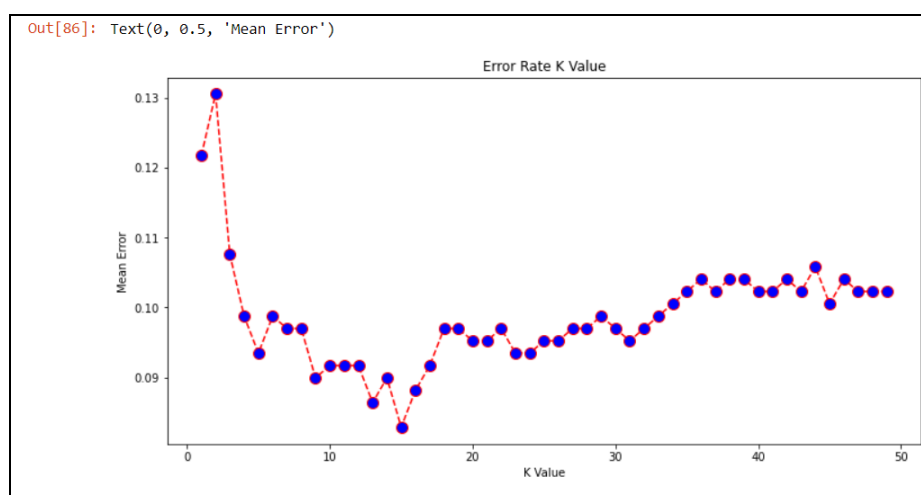


Рисунок 5 – Поиск оптимального значения K

Исходя из полученного результата можно легко определить наилучшее значения «K» (то есть какое наилучшее число «соседей» выбирать), которое равняется 15. Такой расчет поднял процент удачной классификации примерно на 10 %, что является неплохим показателем.

Вывод. В результате выполнения данного алгоритма удалось определить марки угля, которые участвуют в шихтовании, с довольно высокой точностью (82 ÷ 94 %). Программа позволит исправить возможные ошибки диспетчера, что даст возможность избежать более серьезных проблем на производстве каменноугольного кокса.

Разработанный алгоритм предполагается использовать при разработке электронной системы прогнозирования качества шихты в процессе коксования.

Библиографический список

1. Скляр, М. Г. Интенсификация коксования и качество кокса. — М.: Металлургия, 1976. — 256 с.
2. Барсегян, А. А. Анализ данных и процессов: учеб. пособие / А. А. Барсегян, С. Куприянов, И. И. Холод, М. Д. Тесс, С. И. Елизаров. — 3-е изд., перераб. и доп. — СПб.: БХВ-Петербург, 2009. — 512 с.
3. Кацко, И. А. Практикум по анализу данных на компьютере / И.А. Кацко, Н.Б. Паклин / Под ред. Г.В. Гореловой. — М. : КолосС, 2009. — 278 с.

УДК 004.658 : 621.395

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТТОКА КЛИЕНТОВ ОПЕРАТОРА СОТОВОЙ СВЯЗИ

Байдалин А.Д.

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

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

Наука о данных (Data Science) – раздел информатики, изучающий проблемы анализа, обработки и представления данных в цифровой форме. Она объединяет методы по обработке больших данных, статистические методы, методы интеллектуального анализа данных и приложения искусственного интеллекта для работы с данными, а также методы проектирования и разработки баз данных [1].

Ключевые слова: оптимизация, машинное обучение, линейная регрессия, классификация, python.

Отток клиентов всегда присутствует, и для бизнеса важно понимать, какая доля является естественным оттоком, а с кем можно из них и нужно поработать, чтобы они остались в базе клиентов. Есть бенчмарки по рынкам и по конкурентам, которые можно учитывать. Но измерение размера оттока – это констатация свершившегося факта. Нашей задачей является его предотвращение. Для этого нам нужно определить:

- горизонт прогнозирования характеристик оттока;
- параметры, сигнализирующие о том, что клиент находится в зоне риска по оттоку;
- план машинного эксперимента для подтверждения эффективности выдвинутых предложений по снижению оттока.

Алгоритмы машинного обучения можно описать как обучение целевой функции f , которая наилучшим образом соотносит входные переменные X и выходную переменную Y : $Y = f(X)$. Мы не знаем, что из себя представляет функция f . Ведь если бы знали, то использовали бы её, а не пытались обу-

читать гипотетические функции с помощью различных алгоритмов.

Наиболее распространённой задачей в машинном обучении является предсказание значений Y для новых значений X [2]. Это называется прогнозированием, и наша цель — сделать как можно более точное предсказание.

Дерево решений можно представить в виде двоичного дерева, знакомого многим по алгоритмам и структурам данных (рисунок 1). Каждый узел представляет собой входную переменную и точку разделения для этой переменной (при условии, что переменная — число).

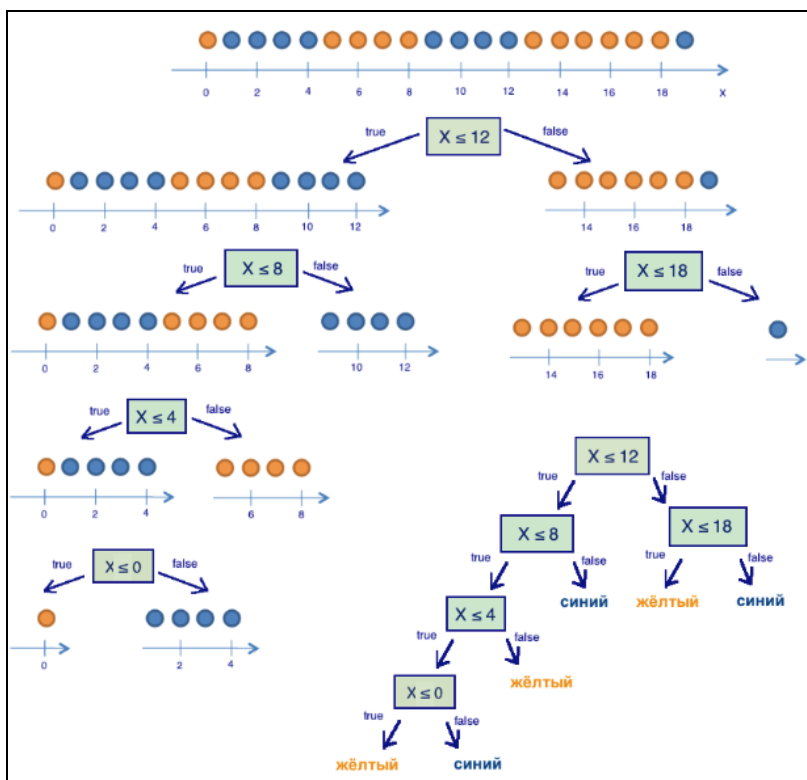


Рисунок 1 - Пример дерева решений

Случайный лес — очень популярный и эффективный алгоритм машинного обучения. Это разновидность ансамблевого алгоритма, называемого бэггингом.

Бутстрэп является эффективным статистическим методом для оценки какой-либо величины, например среднего значения. Вы берёте множество подвыборок из ваших данных, считаете среднее значение для каждой, а затем усредняете результаты для получения лучшей оценки действительного среднего значения.

В бэггинге используется тот же подход, но для оценки всех статистических моделей чаще всего используются «деревья решений», (рис. 2). Тренировочные данные разбиваются на множество выборок, для каждой из которых задаётся модель прогнозатора. Когда нужно сделать предсказание, то его делает каждая модель, а затем предсказания усредняются, чтобы дать лучшую оценку выходному значению [3].

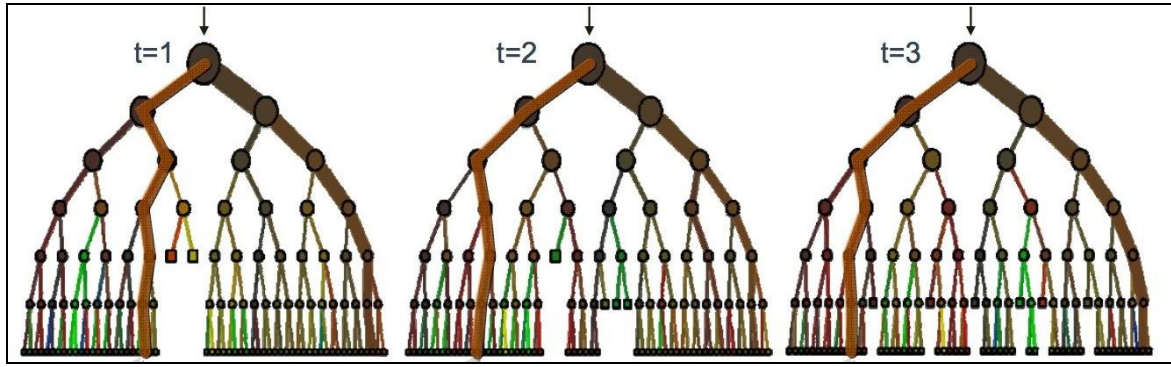


Рисунок 2 - Случайный лес

В алгоритме случайного леса для всех выборок из тренировочных данных строятся деревья решений. При построении деревьев для создания каждого узла выбираются случайные признаки. В отдельности полученные модели не очень точны, но при их объединении качество предсказания значительно улучшается.

Если алгоритм с высокой дисперсией, например, «деревья решений», показывает хороший результат на ваших данных, то этот результат можно улучшить, применив бэггинг.

Основным этапом в машинном обучении является подготовка данных для прогнозирования. Датасет был очищен от выбросов и некорректных значений, дополнительно были созданы признаки по общим количественным характеристикам, был произведен предварительный графический анализ – сравнение количества звонков в техническую поддержку и маркер оттока, (рисунок 3).

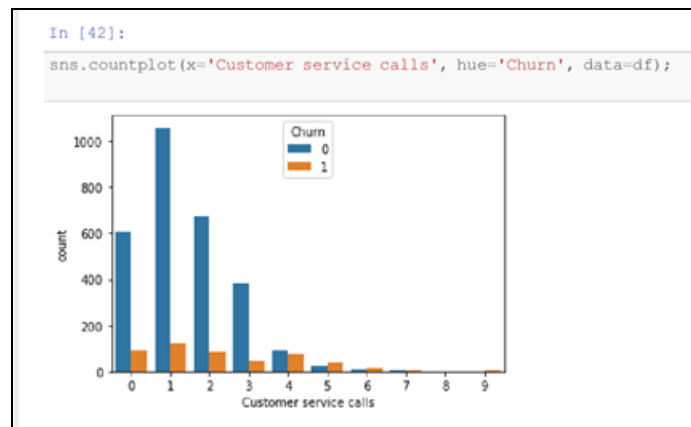


Рисунок 3 - Диаграмма распределения

После того, как мы привели датасет в необходимое состояние, мы можем дать команду обучить модель на обучающей выборке, и предсказать значения на контрольной, чтобы убедиться, что на новых данных модель будет работать корректно:

```
rfc = RandomForestClassifier(random_state=21)
X_train, X_valid, y_train, y_valid = train_test_split(X, Y, test_size = 0.3,
random_state = 21)
%%time
```

```

model = rfc.fit(X_train, y_train)
pred = model.predict(X_valid)
accuracy_score(y_valid, pred)
out: 0.977
pred
out: array([1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 0,
           0, 0, 0, 0, ...])

```

Модель была обучена с помощью алгоритма машинного обучения «случайный лес», так как он показал самые высокие результаты на кросс-валидации (в районе 95-97 % на пяти подвыборках). Команда «accuracy_score» - выдает значение r^2 или коэффициент детерминации, (формула 1) [4].

$$R^2 = 1 - \frac{\sum e_i^2}{\sum (y_i - \bar{y}_i)^2}. \quad (1)$$

Точность нашего прогнозатора оказалась довольно высокой – 97 %, следовательно, данные были подготовлены верно. Классификатор смог выявить почти всех клиентов находящихся в зоне риска.

Библиографический список

1. Бринк Х., Ричардс Д., Феверолф М. Машинное обучение. – И. Информатика, 2017, 265 с.
2. Шарден Б., Массарон Л., Боскетти А. Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python, И. Информатика, 2018, 180 с.
3. Машинное обучение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.machinelearning.ru/>
4. Новикова Д.А. Механизмы управления – УРСС, 2011, 200 с.

УДК 656.011.56

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАГОНОВ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Воронцова А.Д.

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

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

В статье речь идет о разработке специального программного продукта, который существенно упростит работу оператора на станции и сократит время нахождения вагона.

Ключевые слова: железная дорога, автоматизация ж/д транспорта, учет

вагонов, срок пользования вагоном, эффективность работы станции.

В настоящее время на российских железных дорогах и на подъездных путях промышленных предприятий различного масштаба для идентификации и дальнейшего отслеживания вагонов используются ручные и визуальные методы. Этот процесс довольно трудоемкий и приводит к такой проблеме, как недостаточная достоверность информации, поскольку человеческий фактор в данном случае играет важную роль. Кроме того, данный способ имеет большие временные затраты, поскольку приемщику вагонов необходимо переписать номера прибывших вагонов, для этого состав вынужден либо полностью останавливаться, либо значительно снижать скорость, что существенно ограничивает пропускную способность контрольного поста или станции. После чего оператору необходимо распределить прибывший состав на пути предприятия и перенести данные на носитель для контроля и отслеживания вагонов, чаще всего носителем является бумажный лист с заранее размеченной таблицей. Все перечисленное выше ведет к задержке вагонов на путях предприятия.

Актуальность задачи ведения учета вагонов на подъездных путях предприятия можно обусловить экономической ситуацией в стране. Ранее учет вагонов на предприятии был безномерной, важно было знать только их количество. С последующим развитием рыночной экономики, вагоны стали принадлежать не только государству, но и частным собственникам, получающим прибыль от сдачи вагонов в аренду предприятиям. Каждый собственник в праве устанавливать нормирующие сроки пользования вагоном (вагонами). Поэтому для каждого собственника составляется договор с индивидуальными сроками пользования вагонами. В случае нарушения договора на предприятие накладываются штрафные санкции. Размеры штрафных санкций так же определяются индивидуально.

Также в условиях современной экономики повышаются требования к эффективности работы железнодорожного транспорта и взаимодействию в работе между станцией примыкания и железнодорожными путями необщего пользования на основе единой технологии.

Таким образом, основной целью представленной работы является сокращение возможных санкций, накладываемых на предприятие в случае превышения срока пользования вагоном, установленном в договоре. Для достижения поставленной цели необходима система, которая включает в себя блоки, рассмотренные ниже.

а) Автоматическое поступление данных в систему учета о прибывшем составе.

Входной информацией является сообщение 410 («Прогноз прибытия поезда») из системы ЭТРАН принадлежащей ОАО «РЖД», в котором содержится все необходимая информация для диспетчера о прибывающем вагоне. Но поскольку данное сообщение представляет собой тяжелое для человеческого восприятия машинописное содержание, встает вопрос об актуальности

автоматической загрузки данного сообщения в разрабатываемую систему.

Данная информация необходима для своевременной подготовки механизмов и работников для выполнения операций по приему, обработке и выгрузке вагонов

б) Визуальное представление о реальном расположении вагонов на путях предприятия.

Для удобства наглядного восприятия объектов, зачастую применяют мнемосхемы - графические изображения схем этих объектов. На мнемосхеме отражается структура всей системы, что в совокупности облегчает работу оператора, который, благодаря такой схеме, в режиме реального времени может отследить местонахождение вагона и с помощью цветовой индикации распознавать приближение окончания срока пользования или его просрочку.

в) Система контроля за оставшимся временем пользования каждого вагона:

$$D_{\text{тек}} < D_{\text{п}} + T,$$

где $D_{\text{тек}}$ – текущая дата и время;

$D_{\text{п}}$ – дата и время прибытия состава/конкретного вагона;

T – нормативная длительность использования вагона.

г) Расчет затрат на маневровые работы и сравнение их со штрафными санкциями.

Элементы маневровой работы – рейсы и полурейсы. Рейсом называется передвижение локомотива с вагонами или без них с одного пути на другой с изменением направления движения, полурейсом – передвижением в одном направлении. Продолжительность маневров зависит от способа их выполнения, длины рейса, длины маневрового состава, освещенности путей, погодных условий и прочих факторов [1].

Время на перестановку вагонов и составов с пути на путь, из парка в парк определяется суммированием времени выполнения отдельных полурейсов, выполненных во время этих перестановок.

Полурейс перестановки маневрового состава включает время на разгон, движение с допустимой скоростью и торможение. Продолжительность отдельного полурейса, выполненного при перестановке вагонов и составов, определяется по формуле [1]:

$$t_{\text{п}} = \frac{(0,76 + 0,13n) \frac{v}{2} + 3,6 \frac{l}{v}}{60},$$

где n - число вагонов в составе;

v - допустимая скорость движения при маневрах, км/ч;

l - длина полурейса, м.

Вывод. Представленное описание системы учета может стать основой для разработки специального программного продукта, который существенно упростит работу оператора на станции и сократит время нахождения вагона на путях предприятия сверх нормы, что, в свою очередь, уменьшит штрафные санкции, накладываемые на предприятие.

Библиографический список

1. Лабадин С.И. Организация перевозок и управление железнодорожным транспортом металлургических заводов. /Лабадин С.И., Шмулевич М.И. М., «Металлургия», 1987. 264с.

УДК 087.5: 378

ВИДЕО-ТЕЛЕКОНФЕРЕНЦИИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Фролова Т.А.

Научный руководитель: Шевелева О.Г.

*Омский государственный технический университет,
г. Омск, e-mail: frolopi4774@mail.ru*

В данной статье рассматриваются особенности различных типов видеоконференций, применяемых в условиях дистанционного обучения. Изучены три основные группы видеоконференций: персональные, групповые и студийные. Представлены особенности использования платформ для видеоконференций на примере Zoom.

Ключевые слова: видеоконференции, информационные технологии, платформы для видеоконференций, дистанционное образование.

Видеоконференция представляет собой сеанс связи между пользователями, позволяющий им видеть и слышать друг друга независимо от места нахождения абонентов.

По мнению Т.Ж. Айдынбай и Г.Ж. Шуйтенова видеоконференции являются одной из наиболее эффективных образовательных технологий, гарантирующих совершенное взаимодействие между преподавателем и студентами [1]. Целью освоения видеоконференций становится повышение информационной культуры, формирование у преподавателей компетенции эффективного взаимодействия со студентами. В сравнении с традиционными формами организации образовательного процесса особенностью дистанционного обучения является взаимодействие субъектов образовательного процесса в процессе дистанционного обучения на расстоянии. Под дистанционной формой обучения с помощью видеоконференций понимают получение знаний, навыков, умений и других образовательных услуг без посещения образовательного учреждения, с помощью современных информационных технологий [2, 3].

Существует несколько типов видеоконференций, применяемых в условиях дистанционного обучения, среди которых можно выделить следующие три основные группы: персональные, групповые и студийные.

Персональные (настольные) видеоконференции - обычно системы про-

граммно-аппаратного типа, поддерживающие диалог двух участников. Для проведения конференции необходим персональный компьютер с мультимедийными возможностями и канал связи (например, локальная сеть).

Групповые видеоконференции обеспечивают одновременную связь между группами участников. Применяются как аппаратные, так и программно-аппаратные решения.

Студийные видеоконференции - системы высшего класса, реализованные преимущественно аппаратными средствами. Они требуют высокоскоростных линий связи и четкой регламентации сеансов. Обычно такая система объединяет одного выступающего с большой аудиторией.

Большая часть систем видеоконференций - это либо аппаратные решения, либо системы, объединяющие аппаратные и программные компоненты.

Использование видеоконференций в условиях дистанционного обучения может осуществляться на платформах, наиболее популярными из которых являются следующие: «Zoom», «Proficonf», «Skype», «OpenMeetings» и др. Далее рассмотрим краткий обзор данных платформ.

Одной из самых известных платформ для проведения видеоконференций является программа «Zoom», позволяющая осуществлять запись видеоконференций, добавлять до 100 участников на занятие.

Программа «Proficonf» дает возможность проведения конференции, предоставляющая доступ студентам и преподавателям с любого мобильного устройства через веб-браузер. Сравнительным преимуществом «Proficonf» является возможность неограниченной длительности конференции, быстрой настройки соединения без установки и загрузки, демонстрации экрана.

«Skype» - распространенная программа для проведения видеоконференций, отличающаяся доступностью и простотой использования. Программа обеспечивает совместное использование экрана со стороны педагогов и обучающихся, возможность хранения файлов.

Особенностью «OpenMeetings» является встроенная система администрирования, позволяющая оповещать обучающихся о предстоящих конференциях. Также преимуществом «OpenMeetings» является возможность системы голосования, создания опросов, доски для совместной работы.

На сегодняшний день существует широкий ряд программных продуктов, которые обеспечивают возможность эффективного дистанционного обучения посредством видеоконференцсвязи, различающихся в зависимости от цели использования, так что выбор той или иной программы зависит от методов, целей и средств обучения [4].

Определённым лидером среди всех описанных выше сервисов является Zoom. На сегодня эта программа имеет, пожалуй, самый богатый функционал, в том числе в базовой версии. Zoom - сервис для проведения видеоконференций, онлайн-встреч и дистанционного обучения. При помощи него возможно проведение крупных интерактивных мероприятий с трансляцией видео, звука и экранов (могут принимать участие до 100 участников в

бесплатной версии программы) [5].

Zoom настраивается для управления большими аудиториями с использованием регистрации, элементов управления организатора, опросов, вопросов и ответов, голосования поднятием рук, чата, видеозаписей проводимого мероприятия и др.

Среди преимуществ Zoom можно назвать возможность для каждой группы обучающихся настраивать конференцию с отдельным идентификатором. Также у преподавателя-организатора конференции есть возможность включить «Зал ожидания». Это означает, что при подключении к конференции студент не сразу попадает в виртуальную комнату, а только после подтверждения преподавателя. В процессе занятия преподаватель может отправить студента в «Зал ожидания» и потом снова его вернуть в общую виртуальную комнату. Эта возможность будет полезна, например, в случае каких-либо игровых задач на занятиях, когда студент не должен присутствовать в виртуальной аудитории в определённое время.

У преподавателя-организатора конференции есть возможность выключать и включать все микрофоны, а также выключать видео и запрашивать включение видео у всех студентов, что также является полезной опцией, позволяющей оптимально организовать процесс работы и контролировать его.

Одним из самых важных преимуществ Zoom для дистанционного обучения является расширенные возможности демонстрации экрана. Именно эта опция позволяет наглядно объяснить любой материал. В Zoom можно включать демонстрацию всего экрана, а также только отдельного приложения (например, презентации). Можно делиться только звуком, не включая демонстрацию экрана (это может быть полезно для курсов по аудированию, предполагающих изучение иностранного языка). Демонстрацию экрана можно поставить на паузу. В настройках можно дать всем участникам возможность делиться экраном или включить ограничения, чтобы делать это мог только организатор.

Во время демонстрации своего экрана, а также экранов студентов преподаватель-организатор конференции может использовать в Zoom функцию комментирования. Это означает, что можно писать, рисовать поверх демонстрации экрана. Например, при демонстрации файлов .docx, .pdf и других файлов при помощи инструментария Zoom можно вносить дополнительный текст, выделять слова/предложения, рисовать, чертить и т.д., что позволит студентам лучше понять материал. Другими словами, основой виртуальной доски может стать любое демонстрируемое приложение (и даже рабочий стол). Преимуществом подобной функции комментария является возможность моментально удалить все дополнительные поясняющие записи, а также можно сохранить обсуждаемое в виде изображения вместе с данными записями. У студентов тоже может быть такая функция, если она будет включена в настройках.

В платформу Zoom встроена интерактивная доска, что позволяет не

использовать сторонние программы и быстро переключаться с демонстрации экрана на доску. Однако у данной доски относительно ограниченные возможности. Например, нельзя загружать на эту доску изображения.

Следует отметить, что в общем чате конференции Zoom можно писать сообщения, передавать файлы всем или одному студенту. Однако из-за неудобства сохранения (нужно сохранять содержимое переписки в отдельных файлах) для отправки студентам текстовых сообщений и файлов во время занятия лучше использовать отдельное приложение, например группу в Whatsapp или беседу Вконтакте.

Уникальной функцией в Zoom являются сессионные залы. Чтобы понять суть данной функции, можно провести аналогию. Во время традиционного очного практического занятия может встать вопрос разделения студентов на группы и дать задание подготовиться к какой-либо ситуации (например, на занятиях по иностранному языку составить диалог).

Эту задачу можно организовать при помощи сессионных залов в Zoom, при этом студентам не нужно отключаться. Студентов можно разделить на группы и распределить их в отдельные виртуальные комнаты – сессионные залы, где они будут общаться только друг с другом, остальные их не будут ни видеть, ни слышать. Количество комнат определяет преподаватель-организатор. Участников можно распределить автоматически или вручную. У преподавателя-организатора есть возможность входить во все комнаты и наблюдать за работой студентов. Также можно перемещать участников из комнаты в комнату. В настройках можно дополнительно указать время нахождения студентов в виртуальной комнате, а также преподаватель может отправлять сообщение, которое автоматически появится во всех комнатах. Также реализована возможность вызова преподавателя в определённую комнату, если у студентов появятся вопросы в процессе выполнения задания. Следует отметить, что возможность сессионных залов можно также использовать в процессе экзаменов, когда в одной виртуальной комнате студенты готовятся, а в другой виртуальной комнате работают преподаватели и отвечает один студент.

Еще одной полезной функцией Zoom является возможность делать видеозаписи занятий со студентами. Данную функцию можно также использовать для записи видеолекций, включающих презентацию, голосовое объяснение темы и видео (при включенной веб-камере). Видеозапись можно ставить на паузу и далее продолжать. Сохранение видеозаписи происходит после её выключения и завершения конференции. Важно отметить, что сделанные в Zoom видеозаписи можно представить компактно (например, 20 минут записи могут составить примерно 40 Мб). Это позволит без проблем загружать такие файлы в облачные сервисы, а ссылки включать в систему онлайн-курсов.

Необходимо отметить, что названные выше функции присутствуют в базовой бесплатной версии. Единственным минусом бесплатной версии можно назвать то, что групповые конференции ограничены по времени, их

проведение возможно только в течение 40 минут. Этот минус устраняется путём перехода на платную версию.

Можно выделить еще одну полезную для образовательного процесса функцию, которая имеется в платной версии Zoom – это опросы. Этот элемент позволяет создавать, редактировать и запускать опросы, которые помогут моментально выявить степень того, как студенты усвоили материал.

Говоря о Zoom, нельзя не отметить внимание разработчиков к безопасности. За последние полгода, когда популярность данного сервиса значительно возросла в связи с массовым переходом на удалённую работу, увеличилось и количество преступных деяний, выражающихся в несанкционированном подключении к действующим конференциям с целью сорвать занятия. В результате разработчиками были внедрены дополнительные меры безопасности, среди которых «Зал ожидания», пароль для входа в конференцию, возможность удалять пользователя, контроль передачи файлов, демонстрации экрана и др. Все функции позволяют быть уверенным, что никто из посторонних не помешает провести занятие [6].

Таким образом, Zoom является многофункциональной программой, которую можно успешно использовать в образовательном процессе для проведения видео-телеконференций в системе дистанционного обучения.

Библиографический список

1. Айдынбай, Т.Ж., Шуйтенов, Г.Ж. Вебинары и видеоконференции в системе дистанционного обучения // Наука, техника и образование. 2015. №4 (10). – С. 55-59.
2. Быстрова, Т.Ю. Внедрение системы открытого электронного обучения как фактор развития региона // Экономика региона. 2015. - №4. - С. 226-237.
3. Кишмерешкина О.Ю. Использование автоматизированной обучающей системы / Кишмерешкина О.Ю. // XIX Всероссийская научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета: Сб. статей. - Нижневартовск, НГУ. - 2017. - С. 94-97.
4. Обельчакова К.А. Интерактивные методы обучения в современном образовании / К.А.Обельчакова // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: сб. научных трудов II Межд. научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных.- Омск, СибАДИ. - 2018. - С. 776-779.
5. Приборович, А. Современный педагогический процесс: вебинары как информационно-коммуникационная технология // Вестник Полесского государственного университета. Серия общественных и гуманитарных наук. 2016. №2. – С. 72-77.
6. Яшина, Л.И. Дистанционное обучение в вузе: содержание и технологии / Л.И. Яшина // Вестник Сургутского государственного педагогического университета. – 2019. - № 1(58). – С. 142 – 147.

СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЫТУ

Фролова Т.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Зырянова С.А.

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет
г. Омск, e-mail: proekt4774@mail.ru*

Проанализирована актуальность внедрения энергосберегающих технологий в современных условиях. Представлены условия необходимые для результативного внедрения энергосберегающих технологий в быту. Представлен пример расчета экономического эффекта эксплуатации светодиодных ламп в быту.

Ключевые слова: энергоэффективность, светодиодное освещение, внедрение энергосберегающих технологий.

В данный период в Российской Федерации проблема сбережения электроэнергии рассматривается не только как бытовая проблема, но и как глобальная задача повышения энергоэффективности в деятельности крупных предприятий и организаций.

Одним из способов достижения энергоэффективности при использовании электроресурсов в современном обществе является применение светодиодного освещения. Светодиод или светоизлучающий диод (LED англ. Light-emitting diode) – полупроводниковый прибор, создающий оптическое излучение при пропускании через него электрического тока [9]. Светодиодное освещение представляет собой одно из перспективных направлений технологий искусственного освещения, основанное на использовании светодиодов в качестве источника света [2, 3, 7].

По мнению ряда исследователей (Алфёров, Ж.И., Шуберт, Ф.Е., Берг, А., Дин, П., Фомин, А.Г.), светодиодные лампы представляют собой с точки зрения эволюции развития источников света, наиболее современный и энергоэффективный тип лампы [1, 11]. Название данного типа ламп говорит о том, что в качестве источника света используются светодиоды. Однако, с технической точки зрения, конструкция светодиодной лампы несколько сложнее и дороже обычной, более привычной для граждан, лампы накаливания. Вследствие усложненного устройства светодиодной лампы появляется более высокая рыночная стоимость готового изделия. Тем не менее, эта стоимость светодиодной лампы многократно окупается при длительной эксплуатации [4, 5].

С целью детального анализа потребительских свойств светодиодных ламп, проведено их сравнение с наиболее распространенными до сих пор в быту традиционными лампами накаливания. Одним из показателей, отражающим эффективность использования электроэнергии является нагрев изделия. То есть, чем сильнее греется лампа, тем больше средств тратит потреби-

тель на излишний нагрев помещения при том, что настоящее назначение лампы - это освещение. Лампа накаливания тратит на освещение всего 20 % потребляемой мощности, а 80 % мощности - на нагрев помещения. При использовании же светодиодной лампы целых 95-98 % мощности тратится на освещение и всего лишь от 2 до 5 % на нагрев и другие менее значимые транзитные потери.

Прочность конструкции лампы накаливания является очень низкой, так как колба, в которой находится нить накаливания сделана из очень хрупкого стекла. Светодиодные лампы намного прочнее и практически не боятся падений с небольшой высоты, что обусловлено применением в процессе изготовления относительно ударопрочного материала колбы из пластика или поликарбоната.

Потребляемая электрическая мощность ламп накаливания и светодиодных ламп при одинаковом уровне освещенности (светоотдаче) различается в разы. В процессе эксплуатации за одинаковый промежуток времени свечения светодиодная лампа израсходует энергии в 7,5 раз меньше чем лампа накаливания, что непосредственно отражается в счетах за потребленную электроэнергию.

Срок службы ламп накаливания и светодиодных ламп также значительно отличается. Светодиодная лампа служит в 30-50 раз дольше (30000-50000 часов), чем обычная лампа накаливания (1000 часов). Во временной перспективе светодиодные лампы могут прослужить около 30 лет, в то время как средний срок службы лампы накаливания составляет 1 год.

Отдельно отметим также полезное свойство светодиодных ламп - простоту установки и замены, так как в ходе технических работ лампы можно трогать руками при установке, не опасаясь их дальнейшего выхода из строя вследствие чувствительности к жировым загрязнениям. Обычные лампы накаливания нежелательно трогать руками за стеклянную колбу, так как они очень чувствительны к жировым загрязнениям. Из-за сильного нагрева стеклянной колбы любые загрязнения поверхности (отпечатки пальцев) моментально сгорают в процессе работы, оставляя черные следы, что в итоге приводит к локальным повышениям температуры колбы и становится причиной её разрушения.

Кроме экономических плюсов, светодиодная лампа является одним из наиболее экологичных источников света, поскольку принцип светодиодного свечения позволяет изготавливать их с использованием безопасных для экологии составляющих. Экологическая чистота любого технического изделия является, несомненно, важной составляющей в современном мире и приобретает все большее значение также и в нашей стране. Обычные лампы накаливания с точки зрения своих составных частей достаточно экологически чисты, но если оценить объем их энергопотребления, который тратится впустую на излишний нагрев помещения, то использование их в глобальном смысле весьма экологически вредно. При этом, например, люминесцентные лампы экологически вредны сразу по нескольким причинам: они обладают

«плохим» световым спектром, вредным для человека и содержат пары ртути в конструкции, что в случае разрушения лампы может нанести вред человеку, а также означает повышенные требования к утилизации, что не всегда делается в нашей стране надлежащим образом. В светодиодной лампе отсутствуют недостатки, ни с точки зрения вреда экологии, ни с точки зрения вреда человеку, который пользуется ими в быту.

Таким образом, рассмотрев в сравнении различные параметры лампы накаливания и лампы светодиодной, приходим к закономерному выводу, что использование светодиодных ламп намного удобнее и перспективнее в современных условиях. Однако важным параметром сравнения является также стоимость, и именно в данном случае лампам накаливания уступают светодиодные: лампа накаливания мощностью 95 Вт стоит от 15 до 33 рублей, в зависимости от производителя, а аналогичная светодиодная лампа 10 Вт стоит от 82 до 350 рублей. Следовательно, необходимо выяснить, окупится ли замена ламп накаливания на светодиодные лампы, будет ли ощутимый экономический эффект при применении в быту с учетом изначально более высокой стоимости светодиодных ламп.

Разработку актуального проекта необходимо осуществлять на конкретных примерах [6, 10].

В качестве примера была рассмотрена и проанализирована с точки зрения эксплуатации светодиодных ламп стандартная двухкомнатная квартира, в которой проживает четыре лица различного возраста (двое работающих взрослых, двое детей школьного возраста).

В квартире постоянно эксплуатируются 8 электрических ламп накаливания мощностью 95 Вт, среднее время работы ламп в квартире составляет семь часов в сутки.

В течение года лампы в данной квартире эксплуатируются $7 \times 365 = 2555$ часов. За год энергозатраты в данной квартире на освещение составляют $2555 \times 95 \text{ Вт} = 242,7 \text{ кВт.т часов}$ за эксплуатацию одной лампочки. Далее рассчитаем стоимость затрат на оплату освещения в квартире:

$$242,7 \text{ кВт.т часов} \times 8 \text{ ламп} = 1941,6 \text{ кВт.т часов в год.}$$

В настоящее время тариф на электроэнергию в данном доме составляет 3.68 руб за 1 кВт.ч.:

$1941,6 \text{ кВт.т часов} \times 3.68 \text{ руб} = 7145,1$ рубля будет затрачено на освещение двухкомнатной квартиры за год.

Рассчитаем сколько будет стоить освещение данной квартиры в течение года, если все лампы накаливания заменить на светодиодные лампы:

2555 часов в год $\times 10 \text{ Вт} = 25,5 \text{ кВт.т часов}$ в год за эксплуатацию одной лампочки.

Далее рассчитаем стоимость затрат на оплату освещения в квартире:

$$25,5 \text{ кВт.т часов} \times 8 \text{ ламп} = 204 \text{ кВт.т часов в год.}$$

$204 \text{ кВт.т часов} \times 3.68 \text{ руб} = 750,7$ рубля будет затрачено на освещение двухкомнатной квартиры за год, при условии полной замены всех ламп накаливания на светодиодные лампы.

При этом необходимо учесть затраты, которые мы произведем на полную замену всех ламп. Возьмем усредненную рыночную цену – 90 рублей за одну светодиодную лампу: $90 \text{ руб.} \times 8 \text{ ламп} = 720 \text{ рублей}$ будет потрачено на полную замену всех ламп в квартире.

Рассчитаем экономический эффект от применения светодиодных ламп для освещения квартиры, по сравнению с использованием ламп накаливания.

Экономия на освещении в исследуемой квартире составит:

$7145,1 \text{ руб.} - (720 \text{ руб. за замену всех ламп} + 750,7 \text{ руб. затрачено на освещение светодиодными лампами}) = 5674,4 \text{ рублей}$, только в течение первого года эксплуатации светодиодных ламп в квартире.

В последующий год эксплуатации светодиодных ламп для освещения данной квартиры экономический эффект будет больше за счет того, что в квартире будут эксплуатироваться приобретенные ранее светодиодные лампы. И экономический эффект составит: $7145,1 \text{ руб.} - 750,7 \text{ руб.} = 6394,4 \text{ рублей}$ экономии в течение второго года эксплуатации светодиодных ламп в квартире.

Таким образом, рассмотрев особенности современного светодиодного освещения, приходим к выводу, что светодиодное освещение можно рассматривать как эффективный инструмент ресурсосбережения как в быту, так и на производстве [8].

Достаточно высокая цена начальной стоимости светодиодной лампы по сравнению со стоимостью лампы накаливания компенсируется длительным сроком службы светодиодной лампы и достаточно быстрой окупаемостью ламп в течение первого года эксплуатации. Энергоэффективность светодиодных ламп открывает широкие пути использования данных изделий во всех сферах жизнедеятельности человека [11, 12, 13].

Библиографический список

1. Алфёров Ж.И. Физика и техника полупроводников. М.: МГУ, 2002. Т.32. №1. С. 3-18.
2. Бережная И.Ф. Педагогическое проектирование индивидуальной траектории профессионального развития будущего специалиста. Воронеж, 2012. 100 с.
3. Горина А.В., Фролова П.И. Психолого-педагогическое сопровождение формирования профессиональной компетентности студентов // Вестник СибАДИ. 2014. № 5 (39). С. 125-133.
4. Горина А.В., Фролова П.И., Казакова И.В., Павлова Е.А. Организация проектной деятельности при работе с молодежью: учебное пособие. Омск: СибАДИ, 2018. 140 с.
5. Колесникова И.А. Педагогическое проектирование. М.: Академия, 2008. 286 с.
6. Кишмерешкина О.Ю. Использование автоматизированной обучающей системы / Кишмерешкина О.Ю. // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета: Сб. статей. - Нижневартовск, НГУ. - 2017. - С. 94-97.
7. Мартинайтис Д.А., Найданов А.И. Совершенствование виртуаль-

ной лаборатории для разработки проектов будущих специалистов транспортной отрасли / Д.А. Мартинайтис, А.И. Найданов // Цифровые технологии в сфере транспорта и логистики: Мат. Межд. научно-практич. конф. - Омск, СибАДИ. - 2018. - С. 12-15.

8. Обельчакова К.А. Интерактивные методы обучения в современном образовании / К.А.Обельчакова // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: сб. научных трудов II Межд. научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных.- Омск, СибАДИ. - 2018. - С. 776-779.

9. Фомин А.Г. *Энциклопедия света. Т.1. М.: Гармония света. 2006. 17 с.*

10. Фролова П.И. Реализация компетентностно-деятельностного подхода при подготовке педагогов профессионального обучения // Проблемы и перспективы формирования педагогической культуры у студентов в условиях реализации профессионального стандарта педагога: мат. Всеросс. научно-практической конференции (с международным участием). Сургут: СурГПУ, 2016. С. 203-206.

11. Якубенко О. В. Компетентностный подход в условиях стандартизации образования как фактор развития личности обучающихся // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации: материалы Межд. научно-практической конференции. Омск: СибАДИ, 2016. С. 1252-1255.

12. Яковлева Н. Ф. Проектная деятельность в образовательном учреждении: учебное пособие. М.: Флинта, 2014. 144 с.

13. Шуберт Ф.Е. Светодиоды. М.: Физматлит. 2008. 351 с.

УДК 087.5: 621.38

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Фролова Т.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Зырянова С.А.

*Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет,
г. Омск, e-mail: projekt4774@mail.ru*

Проанализирована актуальность разработки электронных часов. Выявлены возможности применения для создания любого электронного устройства процессорной платы Arduino. Представлен пример проектной разработки электронных часов на основе программно-аппаратного комплекса Arduino.

Ключевые слова: электронные часы, программно-аппаратный комплекс Arduino, автоматизированные системы, проектирование электронных устройств.

На протяжении тысячелетий люди придумывали разные приспособления для измерения и слежения за временем.

Механические часы, применяющие штыревой спусковой механизм, были созданы в XIV веке и стали стандартным инструментом для измерения времени вплоть до появления пружинных часовых механизмов и карманных часов в XVI веке. Потом появились маятниковые часы и на протяжении трёх веков они были наиболее точным устройством измерения времени. В XX веке были созданы электронные часы и после этого атомные часы.

Электронные часы - это часы, в которых для отсчёта времени используются периодические колебания электронного генератора, преобразованные в дискретные сигналы, повторяющиеся через 1 с, 1 мин, 1 ч.

Атомные часы дают погрешность порядка 10^{-14} (1 мс за 3000 лет) и используются для синхронизации всех остальных часовых механизмов, лежащих в основу всемирного координированного времени.

С момента изобретения часов прошло немало веков, а часы все продолжали и продолжают изменяться и совершенствоваться. В настоящее время самым распространенным типом часов используемых в быту и на производстве являются электронные часы. И в наши дни возможности позволяют нам самостоятельно разработать новый вид часов – электронные часы [1].

Цель проекта - разработка электронных часов на основе программно-аппаратного комплекса Arduino, который представляет собой подобие электронного конструктора, позволяющего создавать множество электронных устройств с самыми разными предназначениями.

Задачами, необходимыми для достижения цели проекта являются [5, 6, 7]:

- изучение истории появления и особенностей различных типов часов;
- изучение особенностей составляющих, необходимых для сборки часов;
- разработка кода программы на основе Arduino;
- сборка часов, проверка их работоспособности и изучение их особенностей;

Первым и самым важным при создании любого электронного устройства на Arduino является, непосредственно, сама процессорная плата Arduino. Процессорных плат для Arduino существует великое множество, для данной работы была использована Arduino UNO.

Для самих электронных часов нам необходим модуль реального времени [3]. Делать часы на его основе удобно и практично, так как подобный модуль будет продолжать вести отсчет времени даже при отсутствии основного питания часов или перепрограммировании. В данной работе была использована модель DS1307. Подобный модуль работает на собственной литиевой батарее, идущей в комплекте с ним, и его работы хватает на довольно длительное время: примерно на пять лет.

Поскольку проект носит экспериментальный характер, при подключении модуля к плате мы воспользуемся безопасной макетной платой или, как ее еще называют, BREADBOARD. Это не так надежно как спаивание деталей, но дает возможность при случае разбирать собранные устройства и видоизменять их [4]. Подобные платы состоят из пластикового основания с отверстиями для соединительных проводов, внутри корпуса по бокам у них

расположены шины питания, а по центру находятся проводники, идущие поперек платы.

В отличие от механических часов, циферблат у электронных часов бывает достаточно редко. Поэтому для обозначения времени в электронных часах используется дисплей – электронное устройство, предназначенное для отображения визуальной информации. В качестве дисплея мы воспользуемся светодиодным матричным индикатором с контроллером MAX 7219. Стандартный размер одного подобного устройства – 8x8 светодиодов, что слишком мало для часов. Поэтому мы будем использовать индикатор, состоящий из четырех стандартных частей.

В качестве программной среды для работы с Arduino использовалась бесплатная программа Arduino IDE, в которой происходило написание скетча, то есть, программирование самих часов [2]. Используемый нами скетч позволяет использовать часы в нескольких режимах и настраивать их определенным образом. Поэтому для управления часами и их настройки посредством BREADBOARD к процессорной плате мы также подключаем две тактовые кнопки. Это простой механизм, замыкающий электрическую цепь, который все мы много раз встречали в повседневной жизни [1].

Одна из кнопок при нажатии на нее показывает дату и день недели. В режиме настройки часов она используется для переключения параметров. Вторая кнопка позволяет переключать четыре режима отображения времени и настройки часов.

Первый режим, Basic, отображает только часы и минуты; второй Small, отображает помимо часов и минут секунды.

Третий режим Slide, похож на Basic, но отличается от него так называемым «скольжением» цифр при смене часов и минут.

Четвертый режим - Words, отображает время в словесном формате. В режиме настройки часов мы можем изменять следующие параметры: формат отображения времени (двенадцати или двадцати четырех часовой), яркость светодиодного индикатора и время.

Наконец, для работы часов необходим источник питания. Для автономной работы часов мы будем использовать Power Shield, повышающий и стабилизирующий напряжение от литий ионного аккумулятора типоразмера 16650 до пяти вольт, уровня необходимого для платы Arduino.

Использование аккумулятора в отличие от батареи гораздо удобнее, так как аккумуляторы своим устройством предполагают наличие возможности их подзарядить, в то время как заряд батареек, к сожалению, имеет свойство кончатся безвозвратно. Помимо этого также возможно использование любого другого внешнего источника напряжения от шести до двенадцати вольт, для чего устройство платы Arduino UNO предполагает наличие соответствующего разъема для внешнего питания.

Таким образом, изучив особенности программно-аппаратного комплекса Arduino и составляющих, необходимых для сборки часов, а также узнав об особенностях различных видов часов в разное время, мы выполни-

ли основную цель проекта и осуществили сборку опытного образца электронных часов.

В дальнейших перспективах проекта планируется добавить к часам датчик температуры, как комнатной, так и уличной, и перевести надписи на дисплее на русский язык для более удобного пользования.

Библиографический список

1. Джереми Б. Изучаем Arduino: инструменты и методы технического волшебства. Пер. с англ. СПб.: БХВ-Петербург, 2015. 336 с.
2. Монк С. Програмируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами. - СПб.: ООО Издательство «Питер», 2017. -252 с.
3. Петли В.А. Проекты с использованием контроллера Arduino. -СПб.: БХВ-Петербург, 2015. -464 с.
4. Соммер У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freduino. -СПб.: БХВ-Петербург, 2012. -256 с.
5. Кишмерешкина О.Ю. Использование автоматизированной обучающей системы / Кишмерешкина О.Ю. // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартговского государственного университета: Сб. статей. - Нижневартговск, НГУ. - 2017. - С. 94-97.
6. Мартинайтите Д.А., Найданов А.И. Совершенствование виртуальной лаборатории для разработки проектов будущих специалистов транспортной отрасли / Д.А. Мартинайтите, А.И. Найданов // Цифровые технологии в сфере транспорта и логистики: Мат. Межд. научно-практич. конф. - Омск, СибАДИ. - 2018. - С. 12-15.
7. Обельчакова К.А. Интерактивные методы обучения в современном образовании / К.А.Обельчакова // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: сб. научных трудов II Межд. научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных.- Омск, СибАДИ. - 2018. - С. 776-779.

УДК 621.314.1

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИ РАЗВЯЗАННЫХ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Гришин А.Д.

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

*Санкт-Петербургский государственный аграрный университет,
г. Санкт-Петербург, e-mail: grischin.aleks201086@mail.ru*

В работе рассматриваются и анализируются основные и фундаментальные топологии по оптимизации выходных помех DC/DC-преобразователей. Проводится анализ основных параметров схемы преобразователя, а также анализ используемых компонентов для их более качественной работы. Приводятся характеристики входных и выходных пара-

метров преобразователя, которые необходимы для его работы в стабильном режиме с широким входным диапазоном напряжения.

Ключевые слова: импульсный источник питания, преобразователь, электромагнитная совместимость, гальваническая развязка, преобразователь напряжения, повышение энергоэффективности, понижающий преобразователь, повышающий преобразователь.

Импульсные источники питания – это один из основных вторичных источников электропитания. Их сфера применения представляет очень широкий круг из-за их минимальных и не специфических требований. Импульсные источники питания (ИИП) нашли широкое применение в таких сферах, как робототехника, военная промышленность, самолетостроение, ракетостроение, а также в бытовых приборах и в сельском хозяйстве.

Главная задача вторичных источников питания заключается в том, что они имеют широкий диапазон входного напряжения, а на выходе выдают стабильное выходное напряжение с вероятным отклонением $\pm 0,2$ В. Главное при использовании ИИП соблюдать плавное широкое изменение напряжения на входе или, возможно, кратковременное пиковое изменение входного напряжения (не более 15 секунд), а также строгий контроль максимального выходного значения тока нагрузки.

Рассмотрим пример импульсного источника питания на схеме DC/DC-преобразователя, с выходными параметрами: $U_{OUT} = 27$ В, $I_{OUT} = 1,1$ А. Данный преобразователь будет спроектирован на понижающей схеме, часть которой представлена на рисунке 1.

Где трансформатор T_1 – будет выполнять роль гальванической развязки, что позволяет использовать данный модуль вторичного электропитания, в жестких условиях эксплуатации.

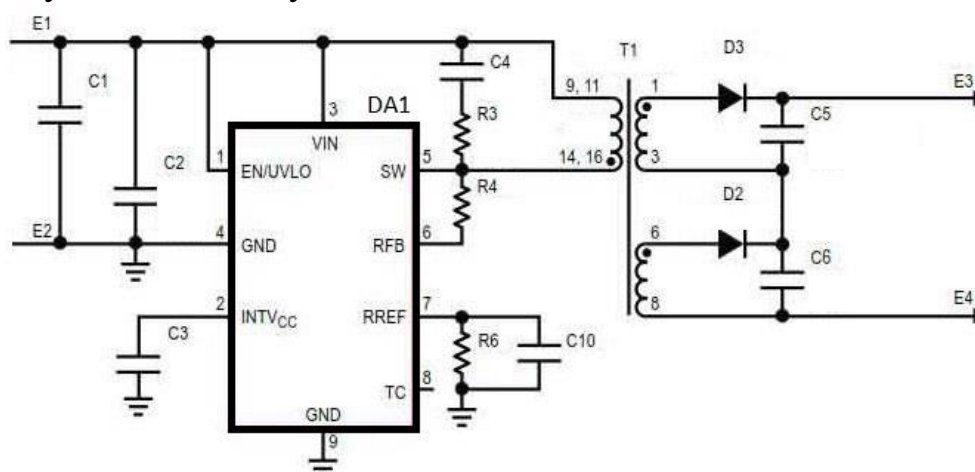


Рисунок 1 - Часть схемы DC/DC-преобразователя с гальванической развязкой

Гальваническая развязка - передача энергии или информационного сигнала между электрическими цепями, не имеющими непосредственного электрического контакта между ними. Гальванические развязки используют-

ся для передачи сигналов с целью снижения помех, для бесконтактного управления, а также для защиты оборудования от повреждения и людей от поражения электрическим током. При гальванической развязке электрические потенциалы разделённых цепей могут сильно различаться. Иногда говорят, они имеют «плавающие» относительно друг друга потенциалы [1].

Почему ИИП с гальванической развязкой так важен? Все зависит от того, в каких условиях планируется применение источника. Если это обычные, несложные бытовые цепи, не требующие строгого значения напряжения и критических показателей защиты, то и можно обойтись без гальванической развязки. А если необходимо строгое значение напряжения с минимальным коэффициентом отклонения или же требуется защита по значению выходного тока нагрузки, тепловому режиму работы или же просто необходима защита от сигналов или импульсных помех, то без гальванической развязки просто не обойтись.

Для реализации такого устройства в виде гальванической развязки будем использовать трансформатор. Оборудование цепей гальваноразвязкой индуктивного типа осуществляется с помощью трансформаторов, у которых коэффициент трансформации равняется трем. К источнику сигнала подключается первичная катушка, а вторичная соединяется с приемником. На этом принципе гальванические развязки трансформаторного типа служат основой для создания магнитомодуляционных устройств [2].

Выходное напряжение, возникающее во вторичной обмотке, напрямую связано с напряжением на входе трансформаторного устройства. В связи с этим, индуктивная развязка имеет серьезные недостатки, почему и ограничивается ее применение.

Использование в электрической схеме гальванической развязки ведет к тому, что увеличиваются габаритные параметры модуля вторичного питания, но в противовес этому уменьшается время срабатывания защиты по току и уменьшаются параметры отклонения выходного напряжения.

Для создания преобразователя с гальванической развязкой необходимо учитывать специфику работы преобразователя, рассмотрим их в двух фазах:

1. Фаза 1 – накачка. Когда ключ-транзистор открыт, ток от батарейки, аккумулятора или другого источника идет по направлению от дросселя L на нагрузку R_n и заряжаемый конденсатор C_{out} . Конденсатор и дроссель при этом копят электроэнергию. Ток iL плавно растет под воздействием индуктивности дросселя. Этот этап называется накачкой. Когда напряжение на нагрузке достигает фиксированной величины, транзистор VT перекрывается, и стартует этап разряда.

2. Фаза 2 – разряд. Транзистор VT закрыт, и дроссель не накапливает энергию, т.к. источник отключен. Изменению значения и направленности тока, идущего через обмотку дросселя, препятствует индуктивность L (эффект самоиндукции). В результате движение тока не прекращается в один миг, и происходит его замыкание по линии «диод-нагрузка». По этой причине диод VD называется разрядным. Обычно в этих целях используется

быстродействующий диод Шоттки. По окончании 2-й фазы процесс циклически повторяется [3].

При таких фазах работы можно легко понять, почему данные источники называются импульсными.

В заключение необходимо упомянуть то, что при использовании источника питания с гальванической развязкой, изготовление его трансформатора, представляет самую сложную часть, так как габариты трансформаторов должны быть минимальными и не превышающими значения 6,5 мм в высоту, то стоит отметить, что его изготовление возможно только с помощью ручной работы, а не автоматизированной, что в свою очередь увеличит итоговую стоимость. Но и также увеличит его работоспособность и возможность использования в агрессивной среде эксплуатации.

Библиографический список

1. Zverev I. Untersuchungen energiermer Prozesse in Stromrichtern: diss. – Verlag.: University of Rostock, 1999. – 193 p.
2. Lutz J. Halbleiter-Leistungsbaulemente: Physik, Eigenschaften, Zuverlässigkeit: diss. – Heidelberg.: University of Berlin, 2006. – 297 p.
3. Datasheet [Электронный ресурс] // AN-7002 [Application note] / Connection of Gate Drivers. URL: <https://www.semikron.com/products/product-lines/diodethyristor-stacks.html> (дата обращения: 15.02.2021).

УДК 622.6

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ И ПРОГРАММНОЙ ЧАСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ДИНАМИКЕ

Вдовиченко Н.А

Научный руководитель: канд. техн. наук Тоичкин Н.А

*филиал Мурманского арктического государственного
университета МАГУ в г. Апатиты,
г. Апатиты, e-mail: claysfo@gmail.com*

Измерение массы горной породы без использования специальных программных средств, позволяющих автоматизировать процесс, крайне трудоемкий и времязатратный процесс. Мало того, ручной метод, не позволит получать данные сразу, в процессе их прохода по конвейерной ленте. В данной статье будет рассматриваться специальный датчик, позволяющий получить данные в динамике, а также создание Windows-приложения, позволяющая обрабатывать данные с портов в режиме реального времени.

Ключевые слова: горное дело, извлечения полезных ископаемых, обработка данных, компьютеризация, windows-приложение, тензодатчик.

Проблема получения данных о массе объекта в условиях его движения в настоящее время является актуальной для ряда отраслей горного дела: первичной переработки, извлечения полезных ископаемых. Наличие такой информации могло бы открыть новые возможности в исследовании некоторых пород и значительно сократить время изучения добытых материалов. Теперь вместо статического измерения каждого из кусков горной породы, они измеряются в считанные секунды, что позволяет сэкономить достаточно большое количество времени. В совокупности с использованием компьютеризации и информационных технологий, данные можно было бы получать в виде удобной для чтения таблицы и в дальнейшем работать с ними.

На данный момент существует минимальное количество таких технологий, которые позволяли бы за максимально короткое время получать примерную массу минералов с учетом минимальной погрешности, а также давали бы возможность видеть функциональную зависимость между полученными и предполагаемыми данными.

Ввиду данных особенностей была поставлена цель, с использованием аппаратно-программных средств, предназначенных для построения систем автоматизации Arduino[1,2], интегрированной среды разработки Visual Studio и языка программирования C#[3], реализовать подобную конструкцию и представлять данные на компьютер оператора в режиме реального времени.

В ходе проведения экспериментов с аппаратной частью были получены эмпирические данные о возможном использовании тензодатчика. Данный датчик используется для преобразования величины деформации в удобный для измерения сигнал. Чувствительным элементом является тензорезистор, который позволит при попадании на некоторую плоскую конструкцию выдавать приближенную к реальности массу. Использование же наклонных поверхностей вызывает существенный разброс между ожидаемыми и действительными результатами. Поэтому необходимо было использовать успокоитель потока, по аналогии с применяемым в рентгенолюминесцентном сепараторе.

Также помимо датчика нагрузки необходимо подключить микросхему HX711[4]. Она представляет собой аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для получения данных с тензодатчиков. Они связываются с платой по одному из двух каналов для того, чтобы сообщить Arduino какие данные поступили на датчики нагрузки. Микроконтроллер работает с частотой дискретизации 24 бита, что обеспечивает высокую точность измерений. При построении конструкции будем использовать резисторы, которые объединены в мост и подключены непосредственно к АЦП, и позволяет фиксировать изменения значения резисторов. Сами датчики выполнены из алюминия, и имеют форму бруска с 4 отверстиями на одной плоскости и сдвоенным отверстием на другой. При установке датчика, необходимо жестко закрепить одну из сторон, а вторую установить на конструкцию для взвешивания горной породы. Для комфортной работы также следует импортировать библиотеку HX711 в Arduino IDE.

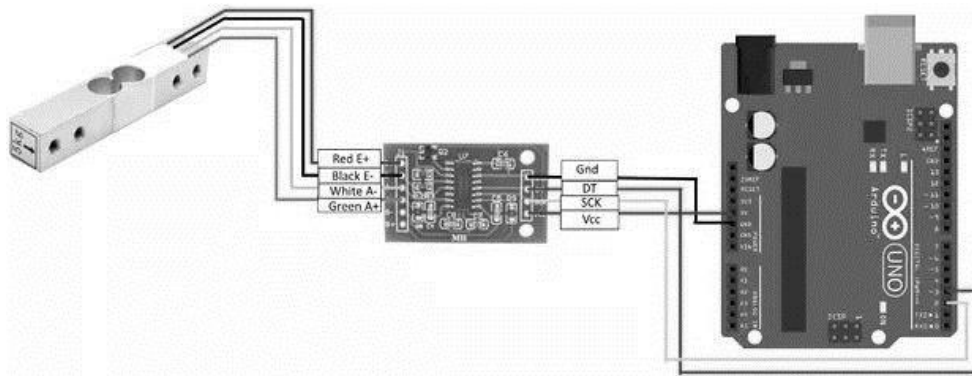


Рисунок 1 - Подключения тензодатчика к HX711 и плате Ардуино

Далее были предприняты попытки скорректировать начальные значения при помощи программной калибровки, для того, чтобы избежать изменения данных от возможных вибраций, возникающих в процессе падения камня на конструкцию, и уменьшения возмущающих воздействий. Так, например, наличие других электрических приборов в сети создавало незначительный шум, который также сказывался на данных. В результате множественных эмпирических наблюдений наиболее правильным решением было заменить витые пары на плетеные четыре провода, в которых соединяют, проходящие во взаимно перпендикулярных плоскостях, провода и создать некоторый порог значений, при пересечении которого данные бы выводились на экран. Это необходимо, чтобы избавиться от маленьких значений, которые на практике получить невозможно, а также исключить возможность появления шумов от операционного усилителя HX711.

Кроме того, одной из подзадач является корректный вывод сведений в удобную таблицу с построением графиков по данным. Для этих целей была использована среда разработки Visual Studio и программная платформа .Net Framework 4, а также интерфейс программирования графических пользовательских приложений Windows Forms. Следствием проделанной работы является понятная программная среда, которая форматирует, полученные в реальном времени, данные в удобный для пользователя вид.

В процессе работы с программной частью была использована схема разделения данных приложения Model-View-Controller, принципы объектно-ориентированного программирования, такие как инкапсуляция, наследования и полиморфизм, для создания отдельного application programming interface (API) для упрощения работы с вызывающим приложением. Сам интерфейс вызывает стандартные компоненты графических интерфейсов DataGridView, с использованием программной сортировки, позволяющей получать значения в порядке как возрастания, так и убывания, а также для построения таблицы, Chart, используется для построения графиков с возможностью изменять вид кривой, а также, несколько последовательных портов, для чтения данных из внешнего окружения в реальном времени, и checkbox'ы, для выбора доступных к подключению портов и количества единиц измерения символьной скорости. Чтобы проверить работоспособ-

ность программы были созданы отдельные текстовые документы и таблицы формата .xlsx, что позволяет создавать эмуляционную работу COM-портов в случае их отсутствия. Также реализована возможность разделения кусковой массы на концентрат и хвосты, при помощи задаваемого пользователем поля - порога полезного компонента, который определяется при помощи фотоэлектронного умножителя и отсылается на порт. На основе данных из таблицы рассчитывается суммарный выход и степень концентрации по уравнению баланса продуктов и соотношению содержания полезного компонента в концентрате и его содержанием в исходном материале. Таким образом, можно разбить весь поток на две разных таблицы, что позволяет избежать ручного разделения камней по ценному компоненту и взвешиванию массы. Для сохранения полученных данных, с целью их последующего анализа и обработки, разработана база данных в СУБД MySQL, и программный интерфейс доступа к хранящимся в ней данным, в виде стандартизированных аналитических запросов на языке SQL.

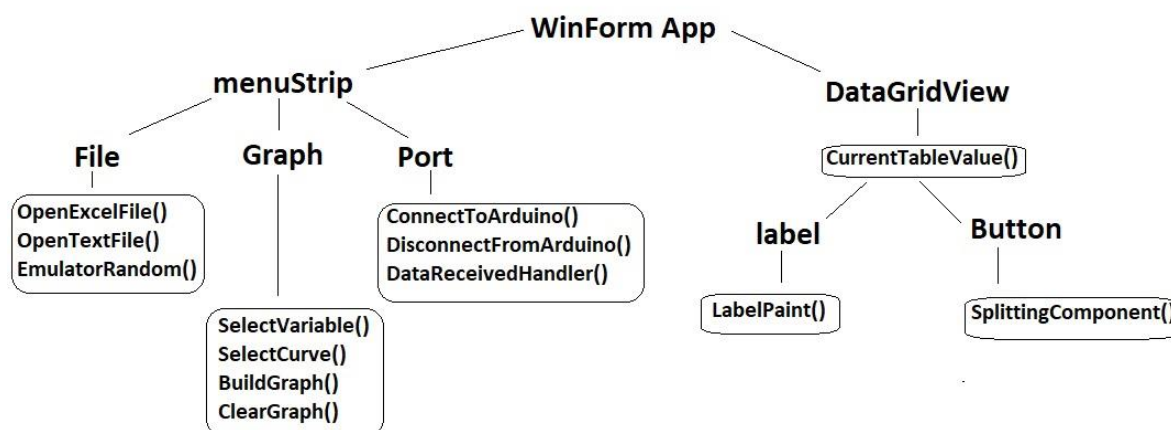


Рисунок 2 - API приложения

Каждый из стандартных компонентов содержит множество методов, которые никак с друг другом в общей области видимости не взаимодействуют, что определяется понятием инкапсуляции. Они содержатся в отдельно созданном классе, который подключен к общему проекту. Такая реализация позволяет во много раз сократить вызывающий код и сделать его более читаемым. В качестве примера рассмотрим один из фрагментов кода, который отвечает за эмуляционную работу COM-порта.

```

class Item
{
    [DisplayName("AverangeMass")]
    public string AverangeWeight { get; set; }
    public string TimeSignal { get; set; }
    public string Temperature { get; set; }
}
  
```

```

private void Emulator(object sender, EventArgs e)
{
    IEnumerable<string> lines = File.ReadAllLines("test.txt");
    List<Item> Data = new List<Item>();
    Item item = null;
    foreach (string line in lines)
    {
        string[] parts = line.Split(':');
        switch (parts[0])
        {
            case "MassaSr":
                item = new Item();
                item.AverageWeight = parts[1].Trim();
                break;

            case "Time":
                item.TimeSignal = parts[1].Trim();
                break;

            case "Temp":
                item.Temperature = parts[1].Trim();
                Data.Add(item);
                break;
        }
    }
    dataGridView1.DataSource = Data;
    for (int i = 0; i < dataGridView1.Rows.Count; i++)
        dataGridView1.Rows[i].Cells[0].Value = i.ToString();
}

```

Результатом проведенной работы стало создание и настройка аппаратной части системы, а также разработка ее программной реализации, позволяющих в реальном времени определять массу образцов непосредственно на этапе их добычи и/или переработки, и использование полученных данных в операторском приложении для дальнейшей работы исследователя.

Проведен эксперимент с разработанной информационной системой, полученные в результате, которого данные в общем соответствуют предполагаемым результатам, для используемой тестовой выборки. Это говорит о том, возможно также применить методы машинного обучения, которые возможно позволят выявить более тонкие, скрытые закономерности в сырых данных, полученных путем их снятия с тензодатчиков и других элементов, входящих в аппаратную часть системы. Одной из задач здесь может быть классификация известных образцов горной породы, на основе имеющейся

обучающей выборки; другой задачей – выявление отдельных кластеров объектов, для еще возможно не изученных экспериментальных образцов. Также, для более тонкой настройки, разрабатываемая система будет дополняться формализованными экспертными данными и правилами вывода, построенными на знаниях специалистов, работающих в данной области.

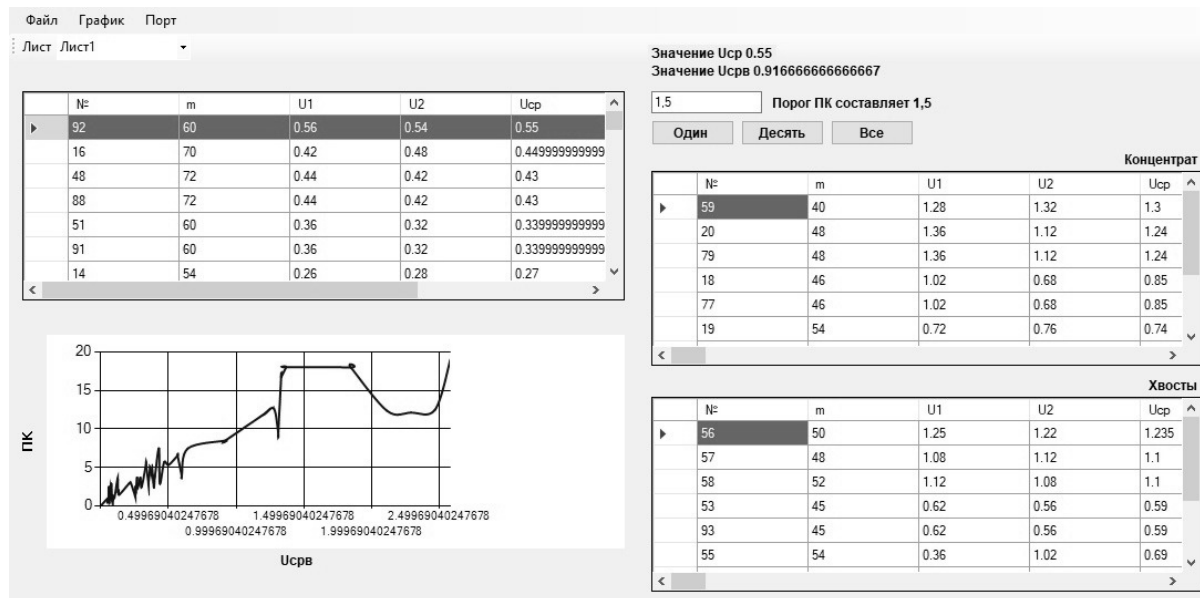


Рисунок 3 - Окно программы

В заключении можно отметить тот факт, что использование компьютерных технологий и схмотехники позволяют автоматизировать и существенно сократить время взвешивания горных пород, и последующей обработки полученных данных на операторском приложении. Такое приложение в ближайшем будущем поможет открыть новые возможности связанные с добычей полезных ископаемых и горном деле в целом.

Библиографический список

1. Fisher D.K., Gould P.J. Open-source hardware is a low-cost alternative for scientific instrumentation and research // Modern Instrumentation. 2012. Vol. 1. P. 8.
2. Arduino. Режим доступа: <http://arduino.cc/>, свободный.
3. Документация по C#. Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/>, свободный.
4. АЦП НХ711. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/438772/>, свободный.

СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА, АНАЛИТИКИ И РЕАГИРОВАНИЯ В РАМКАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА (ОБЗОР)

Конюхова Е.С.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Киселева Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия*

Современные социальные сети в Интернете давно стали поставщиком актуальной информации для своих пользователей. Поэтому их применение в контексте информационного противоборства можно рассматривать, как эффективный инструмент мониторинга, аналитики и реагирования.

Ключевые слова: информационное противоборство, управление в социальных сетях, предприятия-провайдер, социальные сети, как инструмент противоборства, СМИ.

Целью информационного противоборства в социальных сетях является воздействие на общественное мнение, стремление склонить его на свою сторону с помощью пропаганды и контрпропаганды. К примеру эффективности применения социальных сетей в информационном противоборстве современности можно отнести акции протеста, организованные группой поддержки Навального. Массовое размещение контента, носящего призывы к участию в несанкционированных митингах, в digital-среде спровоцировало активное обсуждение и поддержку инициативы со стороны пользователей (рисунок 1).

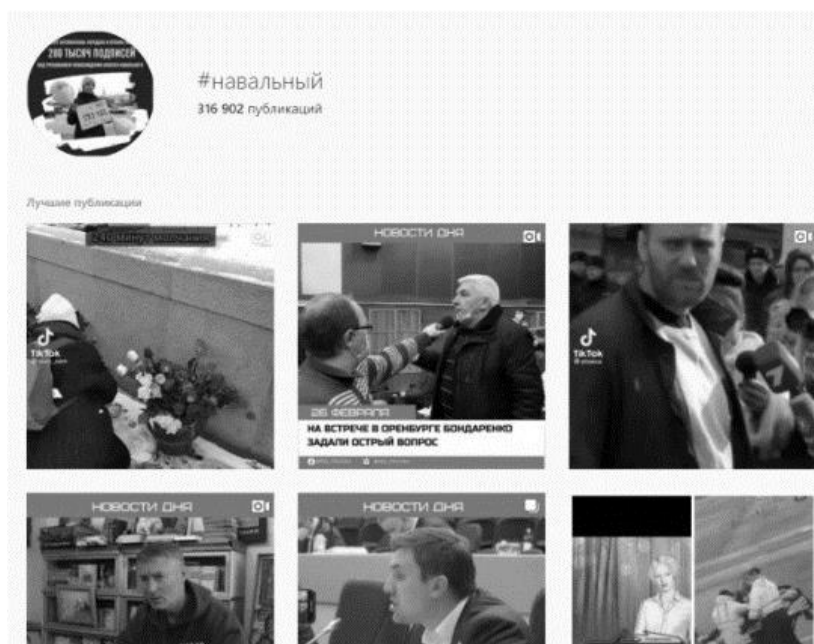


Рисунок 1 – Контент Алексея Навального в социальной сети Instagram

Социальные сети в Интернете обеспечивают некоторые уникальные возможности для организаторов информационной борьбы. Так, например, анонимность, благодаря которой можно придумать вымышленных персонажей и наделить их необходимой историей, характером, предпочтениями. Зачастую среди аудитории социальных сетей сложно определить нереальность фейковых аккаунтов, и они с легкостью могут быть восприняты как настоящие пользователи [1].

Еще одной особенностью размещения информации в Интернет-пространстве является многовекторное воздействие. Одну мысль, идею можно сразу транслировать на несколько площадок. Люди одновременно на разных сайтах видят одну и ту же информацию, следовательно, больше начинают ей доверять. Считается, что более эффективной является та пропаганда, которая транслируется сразу по всем направлениям [1]. Пользователи социальных сетей, являясь одновременно как получателями, так и генераторами информационного поля, не несут ответственности за достоверность публикуемых данных. Отсутствие верификации, позволяет аккумулировать большое количество псевдоинформации, на основе которой аудитория делает ложные выводы.

Информационное противоборство активно применяется в представлении интересов политиков, предприятий и организаций. Необходимость оперативного анализа обращений и сообщений жителей, поступивших в адрес исполнительных органов государственной власти, назрела в Кузбассе давно. Недостаточность открытости к диалогу с жителями отражена в рейтинге губернаторов России. Действующий руководитель региона Цивилев занял 4 место в рейтинге губернаторов сибирского региона по данным Медиалогии [2].

Для решения этой проблемы и в рамках формирования информационной открытости к коммуникациям властей региона, а также оперативного решения проблем, необходимо создание нового функционального подразделения, которое бы занималось отслеживанием информации в социальных сетях и других интернет-площадках. В зоне ответственности данной структуры должен присутствовать контроль за получением обратной связи от муниципалитетов, министерств Кузбасса.

В ноябре 2020 года по указу Президента Владимира Путина Кузбасс включен в пилотный проект по созданию центров управления регионом. К основным задачам ЦУР относятся:

- структурирование и формализация сути обращений и сообщений (жалоб) жителей;
- предоставление ответов на обращения и сообщения (жалобы);
- контроль за сроками и качеством обработки обращений и сообщений (жалоб) жителей, поступающих по указанным каналам связи;
- сбор информации об удовлетворенности жителей результатами обработки их обращений и сообщений (жалоб);
- анализ результатов обработки обращений и сообщений (жалоб) жителей в настраиваемых статистических разрезах [3].

В условиях информационного противоборства при формировании стратегии представляет интерес учет моделей информационного управления посредством СМИ, в которых доверие агента к сообщаемой информации зависит не только от того, кто сообщает ему эту информацию, но и от содержания этой информации. Поэтому в рамках реализации проекта ЦУР Правительство Кузбасса, муниципальные подразделения и организации создали профильные аккаунты, позволяющие вести прямую коммуникацию с жителями региона в рамках информационных площадок социальных сетей, рисунок 2.

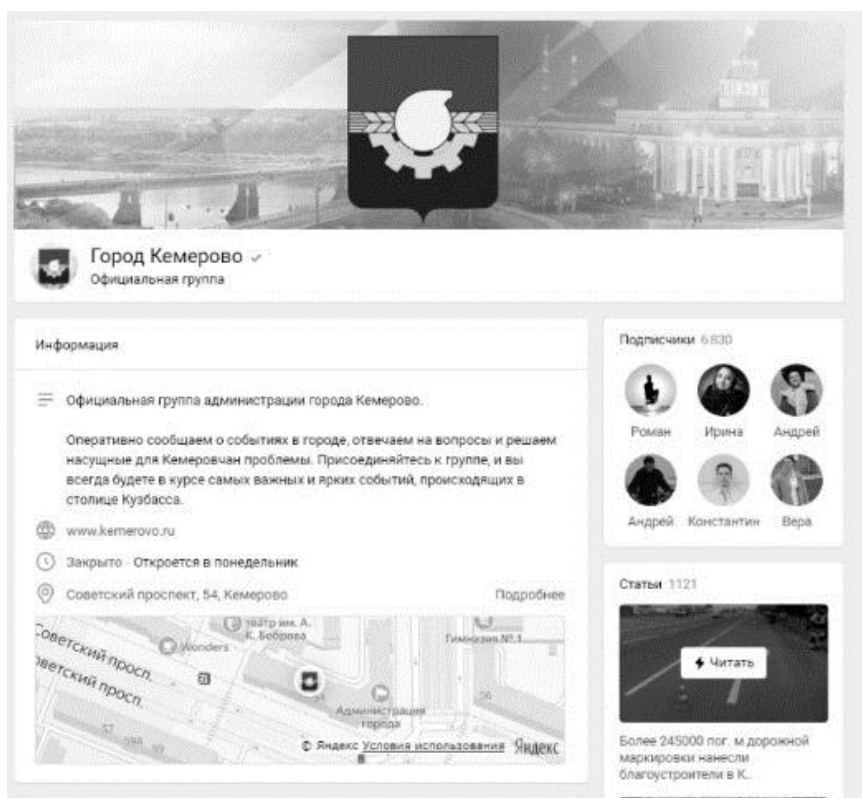


Рисунок 2 – Официальный аккаунт МО город Кемерово в социальной сети Вконтакте

Новая структура создана на базе автономной некоммерческой организации «Диалог». Куратором ЦУР со стороны исполнительной власти Кемеровской области согласно постановлению о создании центра является Заместитель Губернатора Кемеровской области - Кузбасса по внутренней политике.

Для оперативности работы с населением специалисты центра управления регионом используют ИАС «ВІ: ЦУР РФ». Данная система консолидирует в БД поступающие заявки/жалобы от жителей региона, которые после процесса предварительной обработки перенаправляются в структуры и подразделения Правительства Кузбасса, в чьей зоне ответственности лежит тот или иной вопрос, рисунок 3. Оперативность, достоверность, доступность и объективность ответов контролируется сотрудниками ЦУР. Норматив получения ответа на заявку – 24 часа. Основным источником новых коммуникаций с жителями Кемеровской области являются посты в социальных сетях и обращения на горячую линию, через приложение «Кузбасс Онлайн».

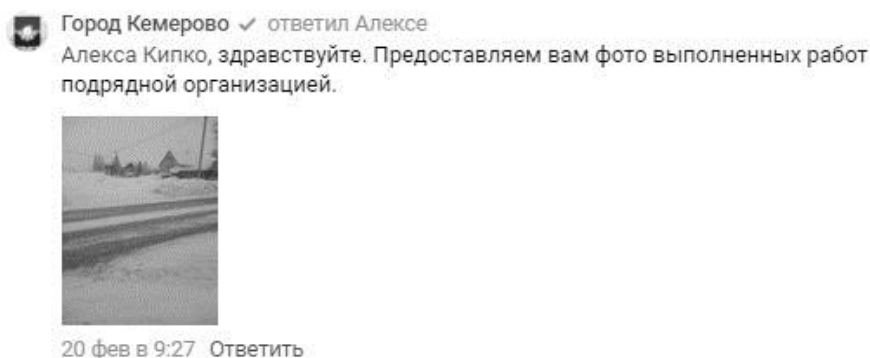


Рисунок 3 – Ответ-отчет о выполненных работах по заявке от 18.02.2021 г.

«Кузбасс Онлайн» — интерактивная платформа для создания комфортной среды на территории Кузбасса за счет диалога горожан, органов местного самоуправления и организаций, обслуживающих город, рисунок 4.

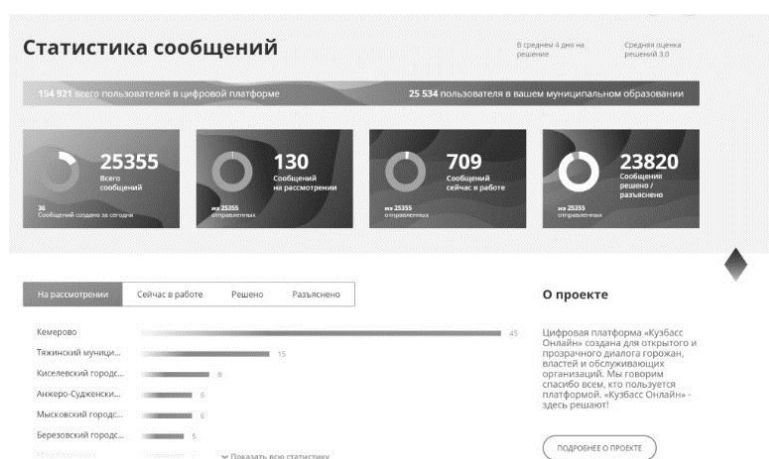


Рисунок 4 – Портал для приема обращений жителей региона «Кузбасс. Онлайн»

Наиболее популярной сетью, где горожане Кузбасса активно делятся своими проблемами, является социальная сеть ВКонтакте. Паблики Типичный Прокопьевск, Междуреченск, Новокузнецк, Белово находятся на контроле специалистов ЦУР. Самыми распространенными темами обращений являются недоработки структур ЖКХ: несвоевременная очистка кровель и дворов от снега, вывоз мусора, отсутствие придомового освещения, уборка дорог. В феврале 2021 года система мониторинга социальных сетей «Инцидент Менеджмент» зафиксировала 4, 2 тысячи обращений и вопросов от жителей Кузбасса, что на 1 тысячу больше, чем в январе этого года. С начала года больше всего обращений поступило от жителей Кемерово — 1745; из Новокузнецка - 1209; из Прокопьевска - 997; из Мысков - 519; из Междуреченска - 498 [2].

Своевременность выявления проблематики за счет получения информации из социальных сетей позволило увеличить оперативность решения вопросов. Открытая коммуникация представителей исполнительной власти и жителей региона в перспективе позволит сформировать лояльность последних к

действующему губернатору, как к эксперту в области управления регионом.

Библиографический список

1. Кихтан В.В., Качмазова З.Н. Информационная война: понятие, содержание и основные формы проявления // Вестник Волжского университета имени В.Н. Татищева. – 2018.ю - № 2. - Том 2. – С 20.

2. Портал «Медиалогия» [Электронный ресурс]: Рейтинг губернаторов 2018, 2019, 2020 - Режим доступа: <https://www.mlg.ru/> (дата обращения: 18.02.2021).

3. Официальный сайт Правительства Кемеровской области [Электронный ресурс]: Центр управления регионом начал работу в Кузбассе — Режим доступа: <https://ako.ru/news/detail/tsentr-upravleniya-regionom-nachal-rabotu-v-kuzbasse> (дата обращения: 18.02.2021).

4. Портал «Кузбасс. Онлайн» [Электронный ресурс]: О проекте - Режим доступа: <https://kemerovo.kuzbass-online.ru/> (дата обращения: 18.02.2021).

5. Губанов Д.А. Социальные сети: модели информационного влияния, управления и противоборства/ Д.А. Губанов, Д.А. Новиков, А.Г. Чхартишвили.– М.: Изд-во физико-математической литературы, 2010.– 228 с.

6. Киселёва Т.В., Конюхова Е.С. Информационное воздействие и репутация членов групп социальных сетей на примере предприятия // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве-AS 19. – 2019. – С 113-118.

7. Киселёва Т.В., Конюхова Е.С. Методы оценки взаимосвязей среди пользователей социальных сетей на примере предприятия-провайдера // Цифровые технологии в социально-экономическом развитии России: взгляд молодых. – 2020. – С 743-745.

УДК 621.371 : 621.3.091.2.22

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ ПАТЧ-АНТЕННЫ «F-20 КИСЛИНКА» LTE MIMO 4x4 1800МГц

Присяжнюк И.В., Гуров А.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук Поползин И.Ю.

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

В статье проводится моделирование приемо-передающей антенны для усиления приёма радиочастотных сигналов на заданной частоте стандарта передачи данных LTE с поддержкой метода пространственного кодирования сигнала MIMO 4x4. Проводится анализ трассы сигнала от передатчика (базовой станции) до абонентского устройства построением трасс сигнала с учё-

том зон Френеля.

Ключевые слова: моделирование приемо-передающих антенн, net-мониторинг, геотегинг, трасса сигнала, зоны Френеля, четвёртое поколение мобильной связи, стандарт LTE, MIMO, базовая станция (eNodeB), абонентское устройство (UE), несущая частота, мощность сигнала, зона покрытия, пропускная способность линии связи.

Для приёма сигнала мобильной сети от базовой станции (eNodeB) большинству абонентских устройств (UE) достаточно показателя уровня принимаемого сигнала (RSRP) на уровне -115dBm и выше для осуществления интернет-соединения [1,2]. Однако устойчивым уровнем принимаемого сигнала считаются значения от -80 до -90 dBm.

В России внедрение стандарта мобильной сети четвёртого поколения началось в 2012 году, относительно устойчивым покрытие мобильной сети стандарта LTE в городах с численностью населения около или более 500 тысяч человек стало при внедрении операторами мобильной связи в сетях четвёртого поколения (запущенных по стандарту LTE) на несущей частоте 1800МГц, обусловленным компромиссом между ёмкостью и покрытием мобильной связи из имеющихся в распоряжении частот доступных оператору сотовой связи в выбранном регионе. [3] Так как в случае в повышением частоты несущей сигнала при увеличении суммарной ширины полосы пропускания диапазона и уменьшении габаритов антенн снижается помехоустойчивость линии связи, дальность связи, усиливается влияние препятствий при прохождении сигнала - стены зданий, естественный ландшафт, подвижные или временные препятствия (листва на деревьях, отражения и поглощение сигнала препятствиями и т.д.), атмосферные осадки, и т.д. [4] При выборе диапазона с более низкой частотой влияние перечисленных ранее факторов снижается, однако увеличиваются габаритные показатели антенн абонентского устройства, становится уже ширина диапазона, что сказывается на ёмкости сети и пропускной способности линии связи для абонентов.

С целью повышения качеств оказываемых услуг (в том числе и пропускной способности мобильных сетей) операторами мобильной связи сетях четвёртого поколения мобильной связи могут быть построены на нескольких несущих частотах и объединены (технология LTE-Advanced), повышены максимальные уровни модуляции несущего сигнала на каждом диапазоне (с уровней 64 и 16QAM до 256 и 64QAM для канала от БС к и от абонента соответственно), увеличение числа антенн в канале загрузки у абонентских устройств (технология MIMO 4x4). [5].

В практических условиях обнаружена реализация (у выбранного оператора PLMN 25020 в регионе Кемеровская область, г. Новокузнецк) объединения несколько из несущих частот (диапазоны band 3 DCS шириной 10 и 15МГц; band 20 EU DD шириной 5МГц; band 7 IMT-E шириной 10 МГц). На основе данных сведений приоритетным диапазоном является band3 по причине ширины канала сопоставимой или превышающей имеющиеся, возможность

приёма и получения скоростей с одной-двух несущих в одном диапазоне.

При проведении анализа сетей выбранного оператора были обнаружены несколько базовых станций, поддерживающие метод пространственного кодирования сигнала MIMO 4x4 (при стандартном применении MIMO 2x2) в диапазоне 1800МГц на одной из несущих (рисунки 1а, б, в), что способствует повышению пропускной способности канала связи.

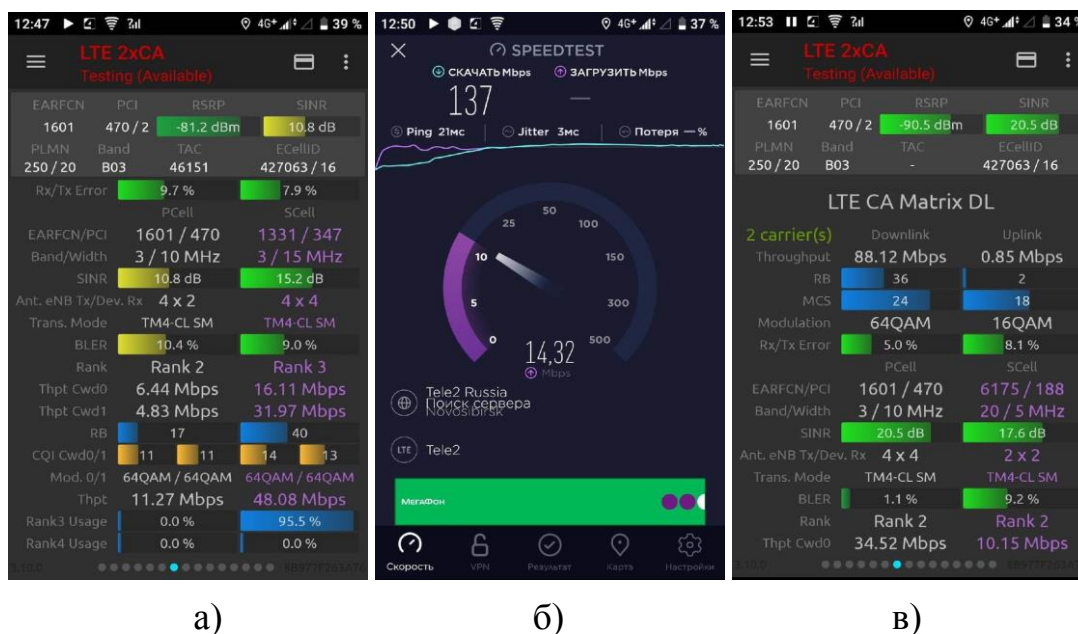


Рисунок 1 – Отображение сведений net-мониторинга в программе Network Signal Guru для мобильного устройства Sony Xperia XZ1 G8342 на базе операционной системы Android на базе процессора Qualcomm

На рисунке 2 отображена трасса сигнала, наложенная на карту (вид сверху прохождения сигнала от базовой станции eNodeB (eNB) с идентификатором ECellID 427063. Данные полученные в результате обработки сохраняются на сервере приложения CellMapper и доступны в онлайн доступе с сайта приложения в разделе Map.

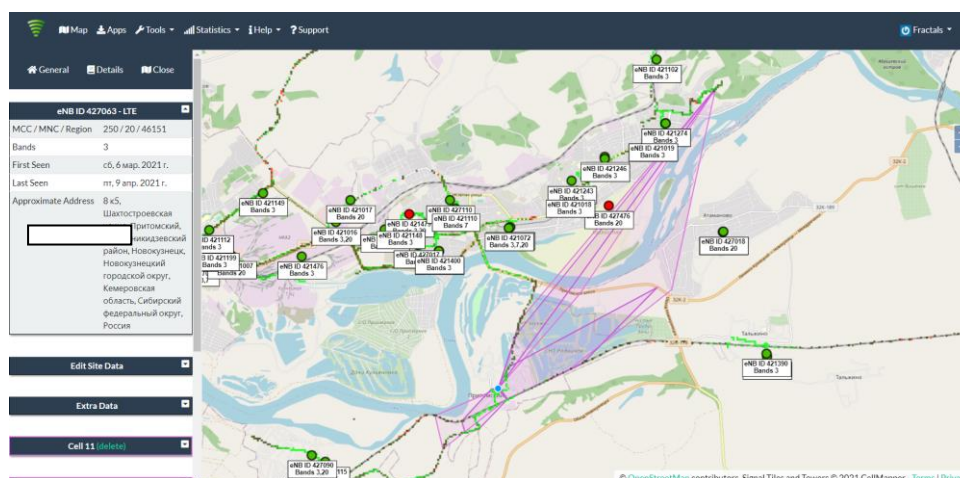


Рисунок 2 – Собранные сведения в ходе net-мониторинга в программе CellMapper для мобильного устройства

На основе полученных сведений построена трасса (коридор сигнала, рисунок 3) и проведено моделирование (рисунок 4) приёмо-передающей антенны патч-антенны LTE MIMO4x4 «Кислинка» [6,7,8]. Высоту подвеса сектора базовой станции примем равным 25 метров от поверхности земли [9], высоту подъёма антенны абонентского устройства равным 1 метр.

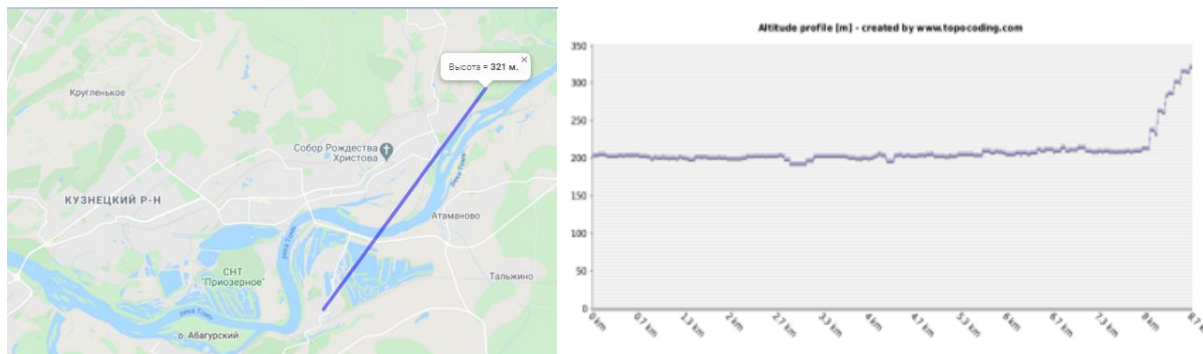


Рисунок 3 – Трасса прохождения сигнала от базовой станции к абоненту

Высота подвеса Антенны 230 метров от уровня моря. Высота над уровнем моря абонентского устройства составляет 322 метра. Длина трассы сигнала составляет около 9 километров (погрешность при расположении базовой станции и точки приёма с радиусом около 50-100 метров). Если пренебречь перепадом высот базовой станции и абонентского устройства, по пути прохождения сигнала не наблюдается препятствий в виде естественного ландшафта. Возможны препятствия в виде листвы деревьев и застройки (при наличии) вблизи от точки приёма.

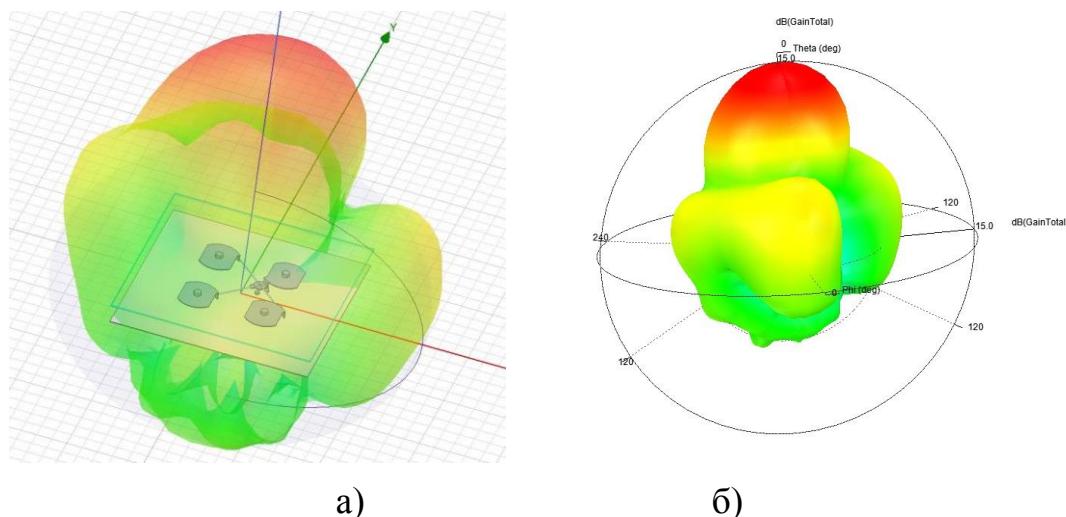


Рисунок 4 – Модель антенны «Кислинка»: а) антенна и лучи; б) коэффициент усиления антенны в dB

Проведён анализ усиления синтезированной антенны (рисунок 5) и диаграмма направленности (рисунок 6) [9].

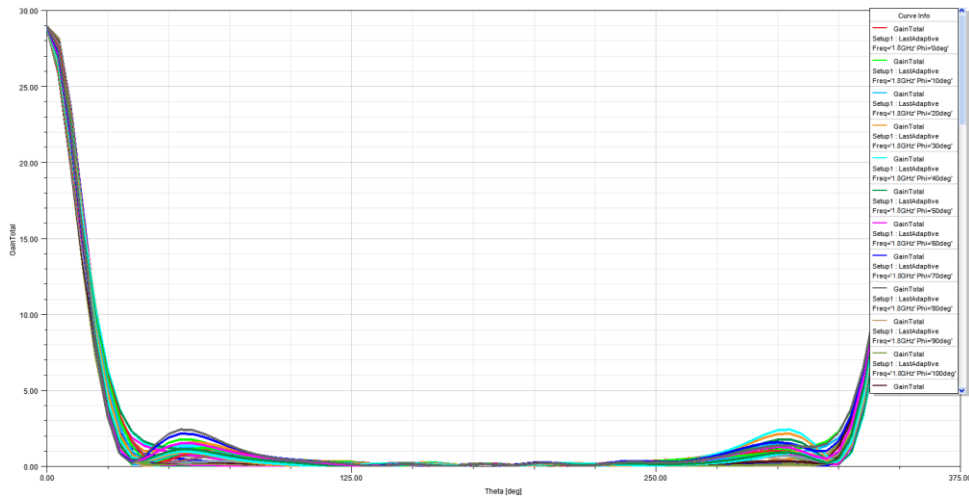


Рисунок 5 – Характеристика усиления синтезированной модели антенны от фазы сдвига частоты принятой 1800МГц

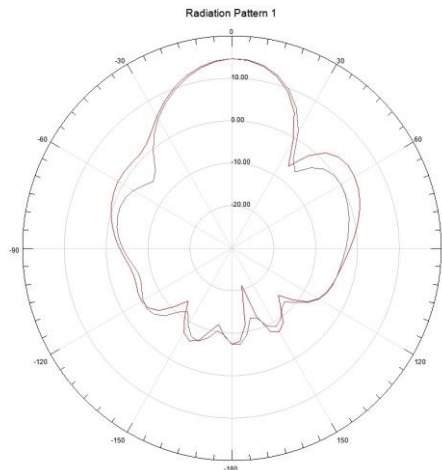


Рисунок 6 – Диаграмма направленности синтезированной антенны

Библиографический список

1. LTE 3gpp.org / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:<https://www.3gpp.org/technologies/keywords-acronyms/98-lte> (дата обращения: 08.04.2021).
2. Частотные диапазоны LTE, FDD/TDD, UL/DL, lte характеристики, LTE, LTE-A, lte характеристики, архитектура сети lte, обучение 4G, преимущества 4g, технические характеристики lte, построение lte сетей, структура сети lte, lte голос, отличие 4G от 3G, 4 джи / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://1234g.ru/4g/lte/obshchaya-informatsiya-o-standarte-lte/chastotnye-diapazonu> (дата обращения: 08.04.2021).
3. Концепция создания и развития сетей 5G/IMT-2020 в Российской Федерации / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: [https:// digital.gov.ru/uploaded/files/kontseptsiya-sozdaniya-i-razvitiya-setej-5g-imt-2020.pdf](https://digital.gov.ru/uploaded/files/kontseptsiya-sozdaniya-i-razvitiya-setej-5g-imt-2020.pdf) (дата обращения: 08.04.2021).
4. Рекомендация МСЭ-R P.1812-1 (10/2009) Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб "из

пункта в зону" в диапазонах УВЧ и ОВЧ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.1812-1-200910-S!!PDF-R.pdf (дата обращения: 08.04.2021).

5. Испытания сетей 4x4 MIMO | Rohde & Schwarz / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://www.rohde-schwarz.com/ru/solutions/test-and-measurement/mobile-network-testing/expertise/4x4-mimo/4x4-mimo-network-testing_232052.html (дата обращения: 08.04.2021).

6. Гончаренко И. В. Антенны КВ и УКВ. Часть 1. Компьютерное моделирование MMANA. – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио». 2004 – 128с.: ил. ISBN 5-93037-119-9

7. Гончаренко И. В. Антенны КВ и УКВ. Часть 2. Основы и практика – М.: ИП РадиоСофт, Журнал «Радио». 2005 – 288с.: ил. ISBN 5-93037-119-9

8. Patch Ellipse 2x2, 1710-1880 MHz (GSM/LTE-1800) 16.4 dBi @ 50Ω © sgser / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://yuryupenko.livejournal.com/61477.html> (дата обращения: 08.04.2021).

9. Исследование диаграммообразующих устройств многолучевых антенных решёток на основе плоской линзы Ротмана / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-diagrammoobrazuyuschih-ustroystv-mnogoluchevyh-antennyh-reshyotok-na-osnove-ploskoj-linzy-rotmana/viewer> (дата обращения 08.04.2021).

10. Голиков А.М. Модуляция, кодирование и моделирование в телекоммуникационных системах. Теория и практика: учебное пособие для вузов/ А.М. Голиков. - 2-е изд., стер.- Санкт-Петербург: Лань, 2021.- 452 с.: ил.

11. Листратов, С. Е. История создания отражательных антенных решеток и их преимущество / С. Е. Листратов. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. - 2019. - № 15 (253). - С. 33-36. / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://moluch.ru/archive/253/58089/> (дата обращения: 08.04.2021).

УДК 519.876.5

ПЕРЕСЧЁТНОЕ НАТУРНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ

Свинцов М.М.¹, Загидулин И.Р.¹, Венгер М.К.²,
Коровин Д.Е.¹, Иванов Д.В.¹

Научный руководитель: Мышляев Л.П.¹, Макаров Г.В.¹

¹ ООО «НИЦ СУ», г. Новокузнецк, Россия, e-mail: svintzovmax@yandex.ru

² Кемеровский институт (филиал) Российского экономического университета имени Г.В. Плеханова, г. Кемерово, Россия

В статье рассматривается метод натурно-математического моделирования применительно к системам автоматического управления. Приводится общее описание метода, выделены его основные черты и проведено сравне-

ние с прецедентным подходом.

Ключевые слова: моделирование, системы управления, натурно-модельный подход, автоматизация, информационные системы.

В рамках научной школы «Теория и практика систем автоматизации на базе натурно-модельного подхода» кафедры автоматизации и информационных систем СибГИУ рассматривается большой круг задач по созданию систем автоматического управления промышленными комплексами, цехами и т.д. Помимо этого, в рамках концепции четвертой промышленной революции Industry 4.0 становится как никогда актуальной задача создания цифровых двойников для промышленных объектов.

Решение данных задач базируется на использовании натурно-модельного (натурно-математического) подхода, который представляет собой тесную интеграцию модельного и натурального подходов.

Натурным моделированием называют исследование необходимых параметров на модели в натуральную величину, полностью идентичной объекту. У данного подхода есть существенные недостатки - во-первых, разработка такой модели является крайне трудоемкой и дорогостоящей; во-вторых, проведение активных экспериментов на натурном объекте связано с высокими рисками т.к. в таких случаях исследуется не только базовый режим работы, но и критические режимы, которые в свою очередь могут вывести объект из равновесия, приводя к необратимым последствиям. Кроме того, к натурному моделированию относится и моделирование с применением физических моделей, отличающихся по масштабу от натурального объекта, а, значит, статистическими и динамическими свойствами объекта с точки зрения управления. Использование таких моделей более просто и более эффективно, однако требует специальных методов и алгоритмов для переноса результатов исследований на натуральный объект [1].

Под математическим моделированием понимают описание объекта на математическом языке, а исследование модели проводится с использованием ряда математических методов. Недостатком является то, что данный метод эффективен только для идеализированных схем, удовлетворяющих, как правило, очень жестким исходным предпосылкам.

Несомненно, данные методы по отдельности обладают своими конкретными достоинствами, однако присущие им недостатки не позволяют добиться желаемых результатов при их раздельном применении. Совместное использование этих подходов с разумным учетом их достоинств, а также методов внутри каждого из них дает возможность эффективно проводить разработку и внедрение САУ, а также реализацию цифровых двойников.

Такой комплексный натурно-модельный подход прошел многолетнюю теоретическую и практическую проверку при автоматизации управления в горной и металлургической промышленности [2].

При натурно-математическом моделировании в качестве натурной части используются действующие системы управления, представленные в виде

их информационного отображения. Информационное отображение объекта управления представляет собой фиксированное и упорядоченное множество зарегистрированных реализаций, отражающих динамику входных, выходных воздействий и переменных состояния объекта, а также ограничения на диапазон их изменений [3].

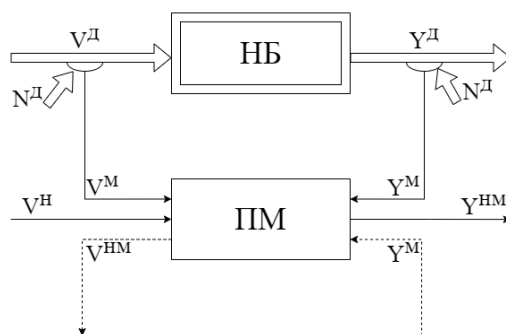
Полученные результаты показали высокую эффективность модернизированных и созданных вновь САУ. Все применяемые методы и алгоритмы, полученные на базе натурно-модельного подхода, удовлетворяют жестким ограничениям на объем и качество априорной информации, присущим натурным действующим САУ: отсутствию адекватных математических моделей «в большом»; ограниченными возможностями проведения активных экспериментов в режиме рабочей эксплуатации объекта; минимальным сведениям о свойствах возмущений; непредвидимым возможным изменениям целей управления; изменению самих объектов управления в ходе эксплуатации и т.п.

Одним из важных инструментов натурно-модельного подхода являются методы и алгоритмы натурно-математического моделирования с использованием типопредставительных ситуаций (ТПС), которые развивают общую концепцию натурно-модельного подхода в моделировании систем управления [4].

Под ТПС понимают предназначенную для отображения характерных фактических свойств и условий функционирования натуральных объектов и систем управления следующую взаимосвязанную совокупность элементов:

- структуры объекта;
- информационные отображения объекта;
- признаки, характеризующие внешние и внутренние условия функционирования объекта, и области их допустимого изменения;
- структуры и значения параметров математических моделей каналов преобразования отклонений управляющих и контролируемых внешних воздействий в отклонения выходных воздействий (пересчетных математических моделей), области их работоспособности;
- реализации приведённых к выходу и (или) управляющему входу возмущающих воздействий или их аналогов;
- критерии эффективности функционирования САУ.

Конечное множество ТПС может рассматриваться в качестве натурно-модельного блока, методы и способы разработки и применения которых составляют основу натурно-математического моделирования [5]. В состав моделирующих комплексов информационные отображения действующей системы управления подключаются посредством особого класса пересчетных математических моделей. Натурные звенья производственной системы с подключенными к ним пересчетными моделями позволяют получить количественную оценку того, что было бы на выходе действующего объекта, если вместо решений рабочей управляющей системы были бы реализованы модельные решения, исследовательского или иного характера. Схема пересчетного натурно-математического моделирования представлена на рисунке 1.



V – входные воздействия, Y – выходные воздействия, НБ – натуральный блок, ПМ – пересчётная модель, индексы д, н, м – соответственно, действительное, натурное и модельное значение соответствующих воздействий.

Рисунок 1 - Схема пересчетного натурно-математического моделирования

Кроме ТПС существует аппарат типизации технологического оборудования и протекающих в нем процессов с точки зрения управления ими [6]. Это позволяет повышать эффективность разработки программно-алгоритмического обеспечения и ввести типовые структуры систем логического управления [7].

С помощью методов натурно-математического подхода могут быть реализованы принатурные тренажеры, в которых можно формировать ситуации и оценивать действия оператора как в случайных условиях, так и отрабатывать конкретные ТПС, наиболее важные для функционирования объекта с целью правильного на них реагирования как персонала, так и алгоритмов системы управления [8].

Существует ряд преимуществ при применении натурно-модельного подхода, в частности, натурно-математического моделирования с привлечением ТПС и поисковых методов оптимизации по сравнению с другими подходами, например, с прецедентным подходом. Натурно-модельный подход, выполняя функционально близкие алгоритмические операции обработки данных предыстории собственного функционирования, существенно выигрывает в определении конечных результатов. В частности, за счет использования дополнительных алгоритмических блоков здесь осуществляется не только выбор из предыстории одного из вариантов управляющих решений, как это делается в прецедентном подходе, но и ведется их корректировка с целью получения оптимальных результатов [9].

Библиографический список

1. Евтушенко В.Ф. Исследование систем управления с применением физических моделей / Евтушенко В.Ф., Мышляев Л.П., Ивушкин К.А., Макаров Г.В., Буркова Е.В. // В сборнике: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. Труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). 2015. С. 159-165.

2. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т2: Системы автоматизации производственного назна-

чения / Под ред. Л.П. Мышляева. –Наука, 2006. –483 с., ил

3. Натурно-математическое моделирование в системах управления: учеб. Пособие / В.П. Авдеев, С.Р. Зельцер, В.Я. Карташов, С.Ф. Киселев; КемГУ – Кемерово, 1987. – 85с.

4. Емельянов С. В. Теория и практика прогнозирования в системах управления / С. В. Емельянов, С. К. Коровин, Л. П. Мышляев и др.- Кемерово; М.: Издат. Объединение «Российские университеты»: Кузбас-свуиздат – АСТШ, 2008.–487 с.

5. Авдеев В. П. Производственно-исследовательские системы с многовариантной структурой / В.П. Авдеев, Б.А. Кустов, Л.П. Мышляев. – Новокузнецк: КузбассФИАР, 1992. –188 с.

6. Саламатин А.С. Типовые решения по автоматизации технологических объектов на примере углеобогачительных фабрик / Саламатин А.С., Макаров Г.В., Ляховец М.В., Мышляев Л.П., Раскин М.В. // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2018. № 4. С. 330-333.

7. Моделирование логических состояний оборудования / Макаров Г.В., Тамаркина Е.В., Ляховец М.В., Саламатин А.С. // В сборнике: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019 Труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). под общ. ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. 2019. С. 108-113.

8. Авдеев В.П. К развитию производственно-исследовательских автоматизированных систем управления / В.П. Авдеев, Л.П. Мышляев // Изв. Вуз. Черная металлургия. – 1984. - №2. С. 92.

9. Евтушенко В.Ф. О натурно-модельном подходе и теории подобия применительно к системам управления / В.Ф. Евтушенко, А.А. Ивушкин, К.Г. Венгер, Л.П. Мышляев, Г.В. Макаров –Системы автоматизации в образовании, науке и производстве AS' 2019. –382 с.

УДК 62

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В СФЕРЕ КОНТРОЛЯ ФИНАНСОВ «AllMoney»

Пензин К.Д., Соболев В.И., Розин И.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук Рыбенко И.А.

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

В статье описаны основные составляющие программного обеспечения «AllMoney». Проект направлен на реализацию ПО для контроля финансов, а также их статистики с приятным и понятным интерфейсом.

Ключевые слова: мобильное приложение, ПО, финансовый помощник, контролирование расходов.

Одна из наиболее сложных задач социальной жизни – правильное планирование финансов [1 – 3]. Многие попадали в такие ситуации, когда финансовое поступление было «вот буквально вчера», но свободные деньги уже закончились. И большинство людей не могут точно сказать, куда же были потрачены средства. Эффективным выходом из этой ситуации является полный учет всех расходов и доходов. Наглядное отображение всех затрат зачастую позволяет научиться тратить меньше.

Предлагаемое мобильное приложение «AllMoney» позволяет добавлять приходы и расходы, а также просмотреть их на круговой диаграмме:

1. Категория. Пользователь пишет название прихода или расхода;
2. Карта. Пользователь выбирает с какой карты будет списаны или пополнены денежные средства;
3. Дата. Пользователь выбирает дату операции;
4. Сумма. Непосредственно само числовое значение операции.

Приложение написано на языке Java. Все записи, кроме информации об аккаунтах, добавляются в базу данных, реализованную на языке sql, в незашифрованном виде. Для записи данных об аккаунте используется технология хеширования с солью. (Соль – строка данных, которая передаётся хеш-функции вместе с входным массивом данных для вычисления хэша). База данных хранится на сервере, реализованном на языке C#.

Внешний вид приложения вкладки «Категории» представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Внешний вид вкладки «Категории»

Как видно из рисунка 1, информация об операциях представлена в виде круговых диаграмм. Данная диаграмма показывает приходы или расходы пользователя, в зависимости от его выбора, переключение между диаграммами осуществляется пользователем с помощью кнопки «Показать приход/Показать расход».

Внешний вид формы авторизации приведен на рисунке 2.

Также приложение позволяет сортировать приходы и расходы. Окно вкладки «История» представлено на рисунке 3. Как видно из рисунка, во

вкладке «История» пользователь может ознакомиться со своими операциями, которые отображаются в виде списка, знаком «+» отображается приход, а знаком «-» расход.

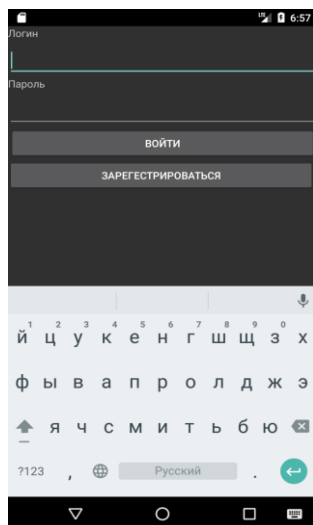


Рисунок 2 – Форма авторизации

При нажатии на кнопку «фильтр» пользователь может отсортировать свои операции по дате, а также по типу транзакции (приходы или расходы).

Алгоритм работы приложения представлен на рисунке 4 [3].

1. Пользователь включает приложение и попадает в меню регистрации и авторизации;

2. Если пользователь не зарегистрирован он переходит в окно регистрации и вводит логин и пароль;

3. Если у пользователя есть учетная запись или он уже прошел процесс регистрации он проходит процесс авторизации в приложение (вводит свой логин и пароль);

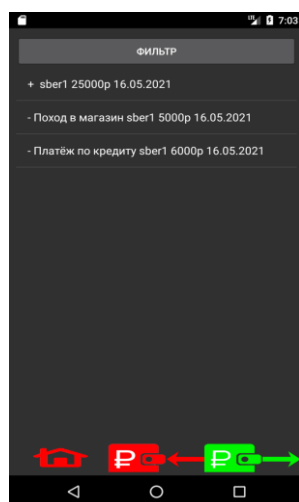


Рисунок 3 – Окно вкладки «История»

4. После входа в приложение пользователь может переключаться между вкладками и совершать различные операции, такие как: добавление счета и его редактирование, синхронизация карты с банком, добавление и про-

смотреть своих операций, просмотр отчетов в виде круговых диаграмм или гистограмм. Финансовый помощник «AllMoney» является удобным инструментом для ведения и отслеживания бюджета. В будущем, функционал программы будет увеличиваться, а дизайн станет приятнее.

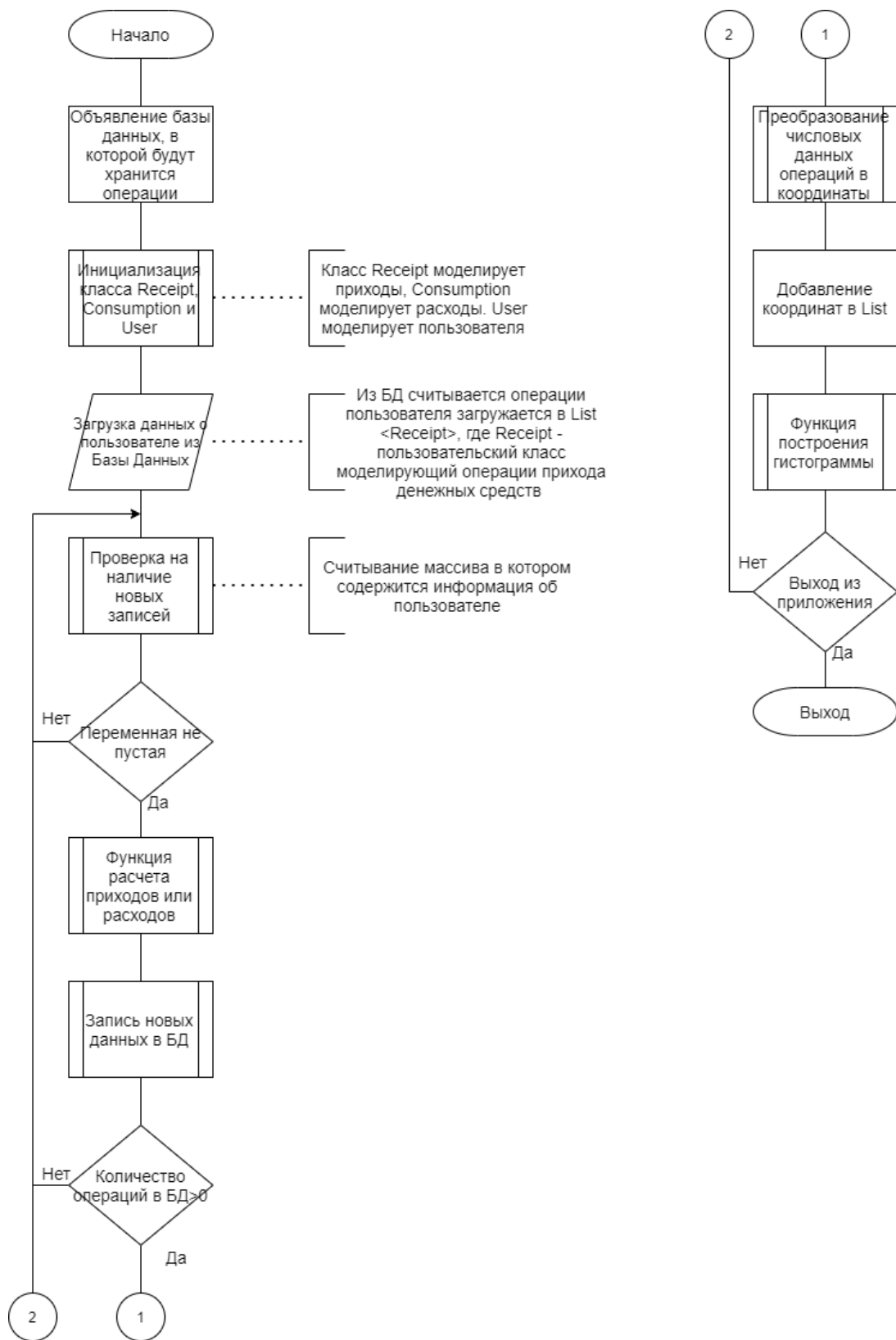


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма работы приложения

Библиографический список

1. Ленгард, И. Мобильный маркетинг для бизнеса / И. Ленгард. — СПб: Издательские решения, 2016. — 120 с.
2. Шефер, Б. Путь к финансовой свободе / Б. Шефер. — СПб : Попурри, 2014, 336 с.
3. Тяжеловато / Google Play [Электронный ресурс]. — URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.bespoymasov.tzlv&hl=ru&gl=US> (дата обращения 10.06.2021).
4. Кормен, Т.Ч. Алгоритмы. Вводный курс / Т.Ч. Кормен – Вильямс, 2014. — 208 с.

УДК 004.414.2

РАЗРАБОТКА БРАУЗЕРНОГО ИГРОВОГО ДВИЖКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ НОВЕЛЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАТИВНОГО JAVASCRIPT

Гасымов Р.Р., Михайлов Д.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Пермякова Е.П.

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

Настоящая статья является описанием итогов проекта разработки браузерного игрового движка для создания визуальных новелл с использованием нативного JavaScript. Авторы статьи предлагают для ознакомления разработанную концепцию программного модуля, облегчающего создание игр в жанре визуальная новелла для web-платформ.

Ключевые слова: Web-технологии, JavaScript, визуальная новелла, игровой движок, компьютерные игры.

Рассматриваемый далее в статье прототип браузерного игрового движка является продуктом работы над более обширным и комплексным проектом браузерного опросника для профессионального типирования личности с применением геймификации [1]. В связи с этим актуальность настоящей работы определяется через требования к общему проекту в следующем виде: реализация базового функционала присущего играм жанра «визуальная новелла», возможность быть встроенным в web-страницу, возможность взаимодействия с внешней базой данных для сохранения промежуточных значений. Необходимость разработки собственного игрового движка обуславливается отсутствием готовых программных решений, удовлетворяющих данным требованиям.

Для создания браузерного программного модуля было решено использовать объектно-ориентированную парадигму средствами, предоставляемыми

ми языком JavaScript.

Основным результатом проектирования программного модуля является концепция трёхуровневой системы. Первый уровень данной системы является уровнем визуализации, представленным набором примитивных объектов, именуемых дескрипторами [2]. Каждый дескриптор представляет собой описательный объект, содержащий всю необходимую информацию для объекта-обработчика, именуемого далее дисплеем, который в зависимости от типа дескриптора соответствующим образом обрабатывает её в игровом цикле. Среди упомянутых объектов-дескрипторов можно выделить следующие дескрипторы: изображения, текста, ввода, аудио, анимаций, событий и ожидания нажатий клавиш. Для дескрипторов изображения, текста и ввода в качестве обрабатываемой информации выступают: положение, размер, отображаемое изображение, отображаемый текст, которые используются дисплеем для визуализации соответствующих элементов на экране. Дескрипторы аудио и анимации предназначены для хранения текущего статуса воспроизведения аудиофайлов или статуса перемещения отображаемого объекта соответственно. Дескриптор событий и его частный случай дескриптор ожидания нажатия клавиш предназначен для назначения специальных функций обработчиков для событий, инициализируемых игроком.

Второй уровень системы представлен более сложными объектами, представляющими собой более комплексные структуры, объединяющие в себе один или несколько дескрипторов первого уровня [3]. Специфика данных объектов определяется жанровыми особенностями визуальных новелл, а именно набором визуальных объектов, которые обычно реализуются в подобных играх. Так, в качестве объектов второго уровня были выделены следующие объекты:

- *плашка* – совокупность некоторого изображения и текста, отображаемого поверх него;

- *окно вывода текста* – совокупность двух плашек, предназначено для выводов основного текста при помощи которому игроку рассказывается история игры;

- *кнопка* – модифицированный объект стандартной плашки, позволяющий отслеживать события наведения, а также нажатия и отжатия кнопки мыши на плашке. Позволяет хранить в себе по набору изображений и стилей текста на каждый из возможных статусов кнопки;

- *меню* – сложный объект, предполагающий объединение нескольких объектов-кнопок в единую сущность. Используется для предоставления пользователю возможности выбора между несколькими различными вариантами развития игрового сюжета;

- *простое изображение* – объект-обёртка для управления одиночным дескриптором изображения;

- *коллекция спрайтов* – сложный объект, предполагающий возможность составления цельного изображения из нескольких слоёв. Каждый слой представляет собой объект, хранящий совокупность возможных вариантов

изображения на слое. Такой объект может использоваться для создания спрайтов персонажей в различных возможных сочетаниях поз, одежды и отображаемых эмоций;

- *аудиоэлемент* – объект-обёртка для управления аудио дескриптором.

Все описанные объекты второго уровня создаются и вызываются в специальном объекте игровой сцены, которая содержит в себе часть игрового сценария с указанием изменения состояния каждого из существующих в её рамках объектах новеллы.

Таким образом, взаимодействие между первым и вторым уровнями игрового движка можно сравнить с кукольным театром. В качестве режиссёра постановки выступает объект игровой сцены, он отдаёт все необходимые команды актёрам-кукловодам, которыми являются объекты второго уровня игрового движка. Каждый актёр может одновременно управлять одной или несколькими куклами, которыми являются простые дескрипторы, в соответствии с указаниями режиссёра. Итоговая картина, которую наблюдает зритель постановки формируется куклами, выступающими на театральной сцене, представленной объектом дисплея, при этом ни актёры, ни сам режиссёр напрямую зрителю не видны.

Третий уровень игрового движка должен быть представлен собственным скриптовым языком, который будет транслироваться в JavaScript команды, написанные для взаимодействия на втором уровне.

По состоянию на сентябрь 2021 года полноценно реализованными с использованием JavaScript являются первый и второй уровни описанной выше концепции. Третий уровень в настоящий момент не реализован, однако проектирование первых двух уровней производилось с учётом возможной дальнейшей реализации третьего.

Библиографический список

1. Гасымов Р.Р., Михайлов Д.А., 2020. СОЗДАНИЕ ИНТЕРАКТИВНОГО КВЕСТА ДЛЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОРИЕНТАЦИИ. НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ (выпуск 24 ч.6), Сибирский государственный индустриальный университет, С. 103-108.;

2. Движок, скриптовый язык и визуальная новелла - за 45 часов. [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/post/483818/> (дата обращения 16.05.2021);

3. Карсканова Н.А. Визуальные новеллы как современные электронные издания в Японии, США и России / Н.А. Карсканова, И. В. Родина // Язык. Текст. Книга: материалы международной научно-практической конференции [Электронное издание]. - Екатеринбург: УрФУ, 2018. - С. 57-66.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Липчанский С.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Рыбенко И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: sergeyse50@mail.ru*

В данной работе рассматривается актуальность нейронных сетей и основные классы их обучения. Рассмотрены наиболее популярные алгоритмы для каждого класса обучения, описаны их достоинства и недостатки.

Ключевые слова: нейронные сети, обучение нейронной сети, классы обучений нейронной сети.

Искусственные нейронные сети так же, как и биологические, представляют собой системы, состоящие из огромного количества функционирующих процессоров-нейронов, каждый из которых выполняет какой-либо небольшой объём работ, возложенный на него, при этом обладая большим числом связей с остальными, что и характеризует силу вычислений сети [1].

В настоящее время растет интерес к искусственным нейронным сетям в различных сферах промышленности и непромышленных секторах. Искусственные нейронные сети эффективно используются для распознавания видеоизображений, письменного текста и речи, решения различных задачи прогнозирования, помощь с поиском вакцин от болезней, управляют автомобилем, автоматизации производства.

Для обучения нейронных сетей используют различные методы обучения, среди всех существующих методов обучения нейронной сети можно выделить два класса:

Детерминированные методы обучения нейронной сети – процесс обучения итеративно корректирует параметры сети, основываясь на её текущих параметрах таких как: величина входов, фактические выходы, и желаемые выходы. Ярким примером детерминированным методом обучения является метод обратного распределения ошибки.

Цели обратного распространения ошибки: в процессе обучения корректируется каждый вес пропорционально значению, насколько он содействует общей ошибке. Во время обучения интерактивно уменьшается ошибку каждого веса, в конце концов будет получен ряд весов, которые дают хорошие прогнозы и желаемый результат.

К преимуществам алгоритма обратного распространения ошибки можно отнести следующие:

- простота реализации;
- устойчивость к аномалиям и выбросам в данных.

К недостаткам алгоритма обратного распространения ошибки можно отнести следующие:

- долгий процесс обучения нейронной сети;
- имеется шанс возникновения «паралича сети», когда при больших значениях рабочая точка активационной функции оказывается в области насыщения сигмоиды и производная в выражении становится близкой к 0, из-за чего коррекции весов практически не происходит и процесс обучения «зацикливается»;
- уязвимость алгоритма к попаданию в локальные минимумы функции ошибки.

Стохастические методы обучения нейронной сети – во время обучение сети изменения происходят в случайной последовательности и случайным образом. В результате сохраняются только те изменениями, которые позволили получить наилучший результат. Ярким примером стохастическим методом обучения нейронной сети является Больцмановское обучение.

Больцмановское обучение состоит из нескольких этапов:

- этап первый – определяется переменная T , представляющая искусственную температуру. Переменной T присваивается большое начальное значение;
- этап второй передается сети множество входов и вычисляются выходы а также рассчитывается целевая функция;
- этап третий случайным образом изменяется значение веса и пересчитывается вход сети, так же изменяется целевая функция в соответствии с изменениями веса.
- этап четвёртый если целевая функция улучшилась, значения ее уменьшились то в такие случаи происходит сохранение изменения веса.

К достоинствам алгоритма можно отнести следующее: алгоритм позволяет сети выбираться из локальных минимумов адаптивного рельефа пространства состояния.

К недостаткам алгоритма можно отнести следующее: медленный алгоритм обучения.

Нейронные сети уже сейчас с успехом пользуются в распознавание изображений, образов, в системах управления, диагностики и предсказаниях. К сожалению, на данный момент пока не найдены оптимальные способы обучений нейронных сетей и выбор подходящих алгоритмом обучения в конкретных сферах применения. Но с каждым днем нейронные сети все больше используются и, изучений методов обучений нейронных сетей становится все больше актуально.

Библиографический список

1. Джеффри Е. Хинтон. Как обучаются нейронные сети. // В мире науки – 2012. - № 1. – С. 103 – 107.

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОБУЧЕНИЯ

Липчанский С.А.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Рыбенко И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: sergeyse50@mail.ru*

В статье рассмотрены основы создания нейронных сетей, проблемы, возникающие во время их обучения и способы их устранения.

Ключевые слова: нейронные сети, обучение нейронной сети, подготовка начальных значений весовых коэффициентов, планирование выходных значений.

Искусственные нейронные сети появились в процессе исследования возможности создания искусственного интеллекта. В частности, из попыток воспроизведения способности биологической нейронной сети обучаться и находить ошибки на основе предыдущих данных в результате моделирования мозга живого существа на низком уровне. Мозг состоит из огромного количества нейронов (примерно 10 миллиардов), каждый из которых имеет несколько тысяч связей [1].

Нейроны - это особые клетки, которые могут распознавать электрохимические сигналы. Каждый нейрон имеет два типа процессов, которые выполняют разные функции: дендриты, которые отвечают за прием сигналов, и один аксон, который выполняет функцию передачи импульсов другим нейронам. Соединения аксона одной нервной клетки с дендритами другой называются синапсами. Сила нервного импульса, проходящего через синапс, зависит от количества нейротрансмиттера, биологически активного химического вещества, которое вырабатывается в синапсе. Кроме того, при прохождении через синапс сила импульса также изменяется в несколько раз. Это число в теории искусственных нейронных сетей называется весом синапса. Суммируются импульсы, посланные одновременно нескольким дендритам [1].

Когда суммарный импульс становится выше определенного порога, нейрон переходит в состояние возбуждения, в нем формируется его импульс, который затем передается по аксону. Со временем веса синапсов могут изменяться, следовательно, меняется и реакция соответствующего нейрона.

Нейрон суммирует полученный импульс, изменяет его с помощью некоторого нелинейного преобразования $f(x)$ так называемой «функции активации». Помимо параметров, описанных выше, модель нейрона имеет такую характеристику, как пороговый уровень θ , который имеет то же значение, что и в живом нейроне. Совокупность набора параметров всех нейронов составляют параметры нейронной сети.

При построении математической модели предполагается, что выход

вычисляется нейроном мгновенно, поэтому невозможно создавать модели систем, в которых существенно внутреннее состояние:

- а) формальные нейроны отличаются от живых тем, что не могут обрабатывать поступающие в сети данные синхронно;
- б) нет четких алгоритмов для выбора активирующей функции;
- в) невозможно регулировать процесс работы всей нейронной сети в целом;
- г) понятия «весовые коэффициенты» и «порог» в модели являются чрезмерно формализованными.

Во время обучения сети так же встречаются проблемы. Самой распространённой проблемой является насыщение сети. Данная проблема возникает, если имеются большие значения сигналов, чаще всего провокатором является большие начальные весовые коэффициенты. Таким образом сигналы попадут в область близких к нулю градиенту функции активации.

Также возникает ряд проблем при обучении сети:

1. Проблема, связанная с входными значениями. Если в качестве активации функции использовать сигмоиду, то при больших значениях входных данных она будет выглядеть как прямая. Для избежания данной проблемы приходится задавать в качестве входных данных небольшие значения. Но если принять входные данные близкие к нулю, это также будет плохо сказываться на процессе обучения, и тем самым сильно замедлит скорость обучения и снизит точность компьютерных вычислений. Рекомендуемый диапазон входных значений от 0,1 до 1.

2. Проблема, связанная с выходными значениями. Выходные значения также следует подбирать, исходя из выбранной функции активации. Если выбранная функция не способна выдавать значения выше 1, но на выходе мы хотим получить значения больше 1, то значения весовых коэффициентов будут увеличиваться, чтобы подстроиться под текущие параметры. Но значения на выходе все равно не будут больше максимального значения функции активации.

3. Случайные начальные значения весовых коэффициентов. Наилучший вариант в выборе начальных весовых коэффициентов – это диапазон значений от -1 до 1 . Существует подход, позволяющий определить коэффициенты в зависимости от конфигурации сети. Цель подхода заключается в том, что если на узел сети поступает множество сигналов и их поведение известно, то весовые коэффициенты не должны нарушать их состояние. Рекомендуется не задавать одинаковые веса, чтобы избежать состояния, когда входные и выходные значения могут получиться одинаковыми. Также не рекомендуется задавать нулевые значения весовых коэффициентов, из-за этого начальные значения теряют свою силу.

Таким образом, чтобы нейронные сети обучались без проблем, необходимы входные и выходные данные, а также изначальные коэффициенты задавать в зависимости от типа нейронной сети. Также ограничениями явля-

ются нулевые значения для сигналов и весов. А значения весовых коэффициентов должны отличаться друг от друга.

Библиографический список

1 Джеффри Е. Хинтон. Как обучаются нейронные сети. // В мире науки – 2012. - № 11. С – 103 – 107.

УДК 004

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕЙМИФИКАЦИИ В СФЕРЕ В2С

Локтев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Пермякова Е.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: andrew_loktev@icloud.com*

На сегодняшний день очевидна высокая конкуренция в сфере разработки и предоставления информационных продуктов. Низкий порог вхождения, возможность привлечения средств пользователей для разработки (краудфандинг) и широкие каналы дистрибьюции позволяют все большему числу разработчиков создать свои проекты. В связи с этим остро ставится вопрос не столько привлечения (с данным аспектом прекрасно справляется маркетинг), сколько удержания конечного пользователя. Одним из самых перспективных направлений в этом плане является геймдизайн.

Ключевые слова: геймификация в бизнесе, геймдизайн.

Согласно Грегу Костикяну: «Игра - интерактивная структура эндогенного значения, которая требует от игроков бороться за результат» [1]. Данное определение достаточно емкое и, что самое важное, позволяет понять, что игры могут генерировать положительный и отрицательный отклик у пользователей.

Несмотря на то, что геймдизайн это молодое направление исследований, некоторые разработки и методики уже активно применяются во многих продуктах.

В основе всего лежит создание положительного отклика, что побуждает пользователя возвращаться к продукту, но, к сожалению, генерировать возвраты на постоянной основе невозможно. Пользователь, в конечном счете, станет испытывать скуку и уйдет. Чтобы этого не произошло, необходимо сформировать у пользователя привычку работы в продукте. Именно здесь и нужны многочисленные методики геймдизайна сформулированные для внедрения их в самые разнообразные разработки – методы геймификации.

Задачи публикации:

- Провести обзор и анализ предметной области.
- Разработать новый способ геймификации на основе известных мето-

дов.

- Провести анализ разработанного способа: описать механику работы, разработать сценарий взаимодействия, провести оценку времени работы пользователя.

В ходе работы был разработан новый способ геймификации - подписка с накоплением прогресса.

Подписка с накоплением использует подсознательное нежелание человека терять накопленный прогресс. Данный способ будет предоставлять какие-либо уникальные бонусы, которые будут складываться по мере продления подписки, например:

- увеличение числа дополнительных жизней/энергии;
- дополнительный прирост внутриигровых ресурсов;
- дополнительные награды за ежедневный вход;
- скидки при покупке внутриигровых ресурсов;
- уникальные косметические предметы.

Данный способ геймификации в основном ориентирован на видеоигры.

Основная идея заключается в том, что как только пользователь перестает продлять подписку одна часть из полученных наград будет аннулирована, а вторая будет заблокирована до момента оформления подписки. Таким образом, пользователь, заинтересованный в продукте продолжит платить подписку.

Стоит отметить схожесть со способом freemium [2], однако подписки с накоплением не столько открывают доступ ко всему контенту, сколько добавляют новые награды и увеличивают время игры.

Также этот способ нельзя соотнести с премиальными подписками. Так как в случае неоплаты премиальной подписки дополнительные функции просто блокируются до момента продления подписки.

Пользователь должен иметь возможность продления подписки с помощью внутриигровых ресурсов, однако на это должно уходить значительное количество времени (от 38 до 63 часов в месяц), таким образом, создается впечатление, что можно не платить никаких денег и при этом пользоваться всеми преимуществами подписки с накоплениями.

Разработчики должны будут предусмотреть возможность возвращения на текущий уровень подписки как платно так и бесплатно (например, в течение нескольких дней после окончания действия подписки).

Также необходимо будет учитывать повышение лимита ограничивающих ресурсов и вовремя делать так, чтобы премиальные игроки не могли проходить контент слишком быстро.

Дополнительные награды за ежедневный вход должны иметь большую ценность по сравнению с их бесплатными версиями. Это создаст ощущение ценности подписки с накоплениями и желание продлить её.

Знание об активной подписке, мотивирует пользователя чаще пользоваться приложением с целью получить максимальную выгоду от вложенных денег. Что неизбежно увеличит среднее время проведенное пользователем в

приложении, а также, потенциально, может увеличить конверсию микро-транзакций суммой до 100 рублей.

Стоимость самой подписки не должна превышать минимальную стоимость пакета ресурсов.

Пользователь должен получать существенные награды как минимум раз в неделю, чтобы напоминать ему о пользе оформленной подписки.

Пользователь должен быть осведомлен о возможности оформить подписку, но необходимо помнить, что навязчивая реклама не поспособствует продаже, а только отпугнет пользователя.

Разработки методов геймификации в сфере бизнеса помогут разработчикам повысить удержание своей аудитории и тем самым продлить жизненный цикл своего продукта.

Библиографический список

1. Шелл, Д. Геймдизайн. Как создать игру, в которую будут играть все [Текст] / Д. Шелл. - Москва: Альпина паблишер, 2020 - 639 с.

2. Плесовских, А. Фримиум: пока «халявщиков» не слишком много: // РБ.РУ, 2015. URL : <https://rb.ru/howto/frimum/> (Дата обращения 18.05.21).

УДК 004.55

О РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-РЕСУРСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ

Мерц М.В., Медведева Е.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук Пермякова Е.П.

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

Статья посвящена разработке веб-ресурса для изучения иностранных языков, который позволит пользователю изучать иностранные языки самостоятельно без чьей-либо помощи.

Ключевые слова: проектная деятельность, веб-ресурс, иностранные языки.

Актуальность выбранного направления исследования определяется тем, что многие платформы для изучения иностранных языков не ориентированы на коллаборативный образовательный процесс и не предоставляют пользователям возможности активно использовать язык. Целью работы является создание онлайн-платформы для изучения иностранных языков. Объектом информатизации данного проекта является веб-ресурс для изучения иностранных языков, а предметом информатизации является компания, занимающаяся обучением иностранных языков.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие

задачи: 1) провести исследование возможностей расширения функционала известных программных комплексов для изучения иностранных языков при помощи обработки естественных языков и машинного обучения; 2) выполнить проектирование и разработку технического решения с учетом результатов исследований и особенностей предметной области.

В рамках проекта был проанализирован функционал различных платформ для изучения иностранных языков, таких как Duolingo, Memrise, Busuu, выявлены основные формы подачи материала: лекции, практические и самостоятельные задания. На их примере были сравнены подходы, возможности и условия обучения иностранному языку [1]. Наиболее эффективные методики обучения были положены в основу педагогического сценария обучения иностранным языкам на вебресурсе «in-yaz».

На данный момент проектной командой было разработано техническое задание, на основе которого был спроектирован прототип вебресурса «in-yaz». Были разработаны такие виды обеспечения, как: информационное, алгоритмическое и программное.

Для разработки данного веб-ресурса используется СУБД MySQL. Физическая модель существующей БД представлена на рисунке 1.

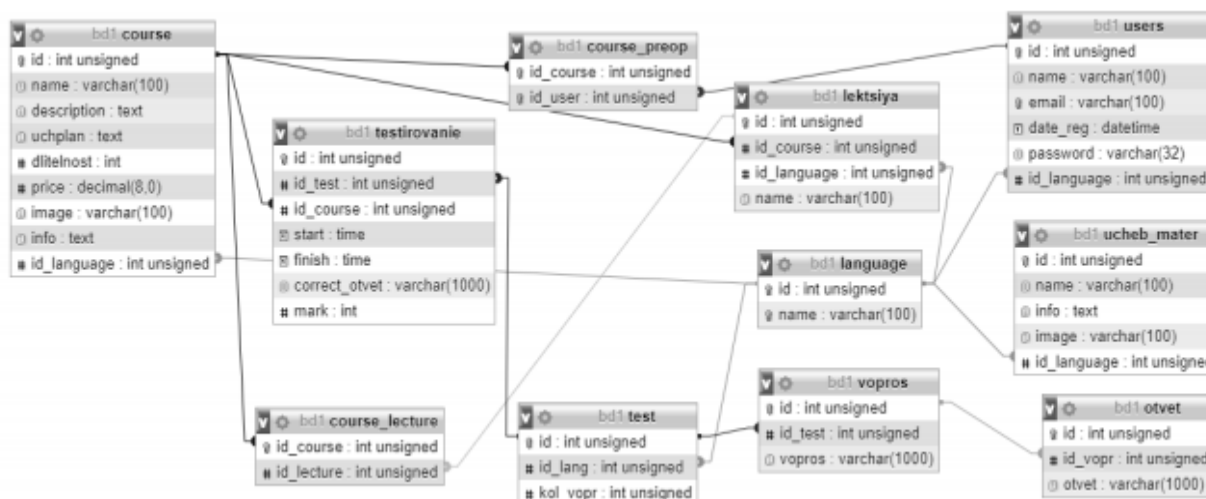


Рисунок 1 – Физическая модель БД

Веб-ресурс для изучения иностранных языков включает в себя несколько страниц. При входе на сайт пользователь видит меню веб-ресурса для изучения иностранных языков. Чтобы иметь доступ ко всем вкладкам, необходимо произвести регистрацию или вход на сайт с помощью кнопки «Начать», которая находится на главной странице при открытии web-сайта. После нажатия данной кнопки, открываются 2 формы: «Регистрации» и «Авторизация», с помощью которых пользователь может либо войти в свой аккаунт, либо зарегистрироваться.

Основными вкладками являются: «Курсы», «Учебный материал», «Новости», «О нас».

Гипертекстовая модель веб-ресурса представлена на рисунке 2.



Рисунок 2 – Гипертекстовая модель веб-ресурса

Диалог пользователя с веб-ресурсом состоит в следующем: в начале работы пользователь попадает на страницу авторизации/регистрации. Для авторизации необходимо ввести логин и пароль. В базе данных проверяется, существует ли такой пользователь. Если такой пользователь существует, система выполняет вход пользователя на сайт. Если же пользователь не зарегистрирован, система просит ввести свои данные, чтобы занести их в базу данных, и после регистрации пользователь попадает в личный кабинет. После выбора языка система проверят, выбран ли язык для дальнейшей работы. Если язык выбран, то система открывает пользователю страницу с приобретением курса. Если же язык не выбран, система просит пользователя выбрать язык для дальнейшей работы. После приобретения курса, пользователю открываются лекции и практические задания для дальнейшего изучения. После изучения материалов необходимо пройти тестирование, если пользователь успешно прошел тестирование, то система выходит из курса, если же тестирование пройдено неудовлетворительно, то система открывает доступ к материалам для повтора учебного материала. После всего изучения курса пользователь может выбрать другой язык и пройти обучение заново.

На рисунках 3 и 4 представлены результаты прототипирования интерфейса в виде схем страниц веб-ресурса «in-yaz», которые построены посредством HTML и CSS [2, с.324].

Результатом работы стал веб-ресурс для изучения иностранных языков, позволяющий пользователю изучить выбранный язык. Веб-ресурс имеет доступный интерфейс, удобный в использовании.

В будущем возможно развитие разработанной платформы путем расширения ее функционала с целью повышения эффективности образовательного процесса.

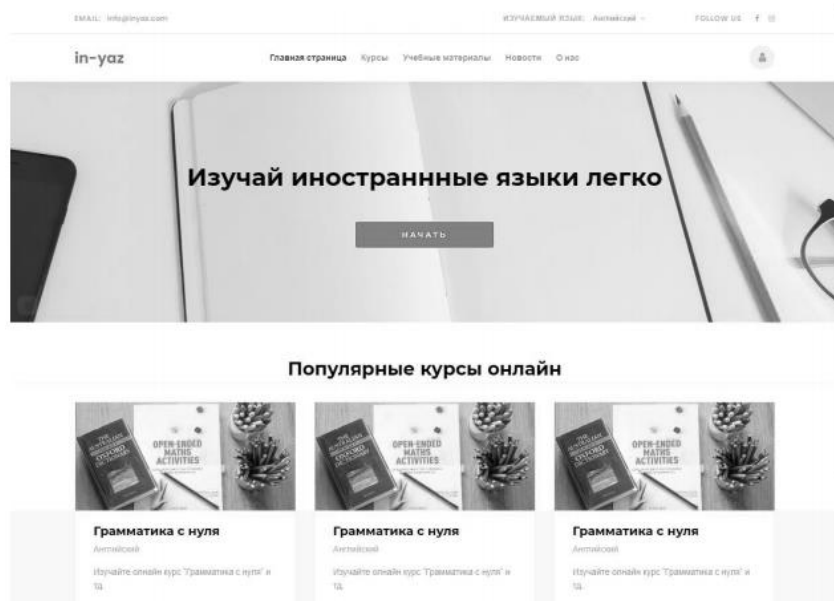


Рисунок 3 – Главная страница

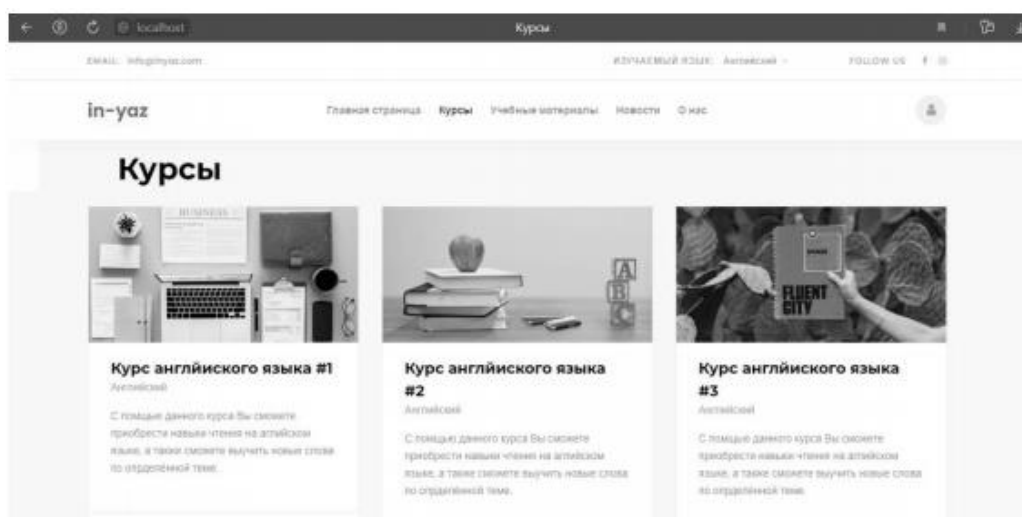


Рисунок 4 – Страница с курсами

Библиографический список

1. Нелепко Е.П. ВИРТУАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПЛАТФОРМЫ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ // The Scientific Heritage. 2020. №53-4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/virtualnye-obrazovatelnye-platformy-v-obuchenii-inostrannomu-yazyku> (Дата обращения: 12.05.2021).

2. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5 // Робин Никсон.– СПб.: Питер/ 2019. – 816 с.

ВЫБОР ПРОТОКОЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ СЕРВЕРНОЙ И КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТЬЮ СЕРВИСА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ПРОЕКТНЫХ ИДЕЙ

Малосай А.К., Миловец Я.А.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: tirip482@gmail.com*

В данной статье рассмотрены преимущества использования протокола WebSocket для обмена сообщениями между сервером и клиентской частью, которая может быть представлена браузером или приложением для персонального компьютера, по сравнению с остальными средствами осуществления запросов к серверу.

Ключевые слова: веб-технологии, обмен данными, WebSocket, клиент, сервер.

Авторами данной статьи было разработано нативное веб-приложение на основе фреймворка Electron.JS, позволяющее проводить сеансы генерации новых проектных идей или модификации уже существующих в автоматизированном режиме; при этом, поддерживаются такие методы генерации идей, как ментальная карта, мозговой штурм и морфологический анализ.

Для осуществления процесса генерации пользователь, имеющий роль «Администратор идеи» должен создать новый сеанс генерации, указав его наименование и описание, пригласить обычных пользователей и запустить сеанс генерации; в зависимости от выбранного метода генерации пользователи и администратор попадут на соответствующие страницы, на которых и будет произведён процесс генерирования новых идей.

В приложении чётко прослеживаются основные этапы проведения генерации идей, а именно подготовительный этап, осуществляемый администратором идеи, непосредственно этап генерации и заключительный этап голосования, на котором пользователи могут выбрать наиболее понравившиеся им идеи.

Результаты генерации сохраняются в базе данных проекта и могут быть просмотрены как пользователями, принимавшими непосредственное участие в процессе генерации, так и пользователями с ролями «Администратор сети» и «Руководитель креативного отдела».

Как и разработка большинства современных сайтов, мобильных сервисов и приложений на основе использования web-технологий в режиме обновления данных в реальном времени, разработка сервиса для генерации проектных идей осуществляется с использованием клиент-серверной архитектуры. Данная архитектура определяет общие принципы организации взаимодействия в сети, где имеются серверы или поставщики различной ин-

формации (сервисы) и клиенты (потребители этих функций) [1]. Каждый узел сети, именуемый как клиент, может отправить запрос на сервер и получить ответ в виде набора структурированных данных или HTTP-запросов.

В архитектуре «клиент-сервер» серверная часть, как правило, устанавливается на отдельном компьютере-сервере, а клиентские части ПО на рабочих местах, причем функциональный состав ПО на рабочих местах различен. Серверная и клиентские части ПО могут функционировать в различных операционных средах [2].

Одним из способов организации описанного ранее взаимодействия является использование протокола WebSocket, стандартизированный IETF и W3C в 2011 году, который позволяет создать двунаправленное (дуплексное) соединение между сервером и клиентом для обмена сообщениями между ними в реальном времени.

До появления протокола WebSocket для обмена данными использовался только протокол HTTP, изначально предназначавшийся для передачи данных в виде гипертекстовых документов; однако, современные версии данного протокола позволяют осуществлять передачу произвольных данных.

При использовании протокола HTTP клиент должен с заданной периодичностью посылать запросы к серверу, ожидая от него ответ на запрос. Подобный подход приводит к возрастанию нагрузки на сеть; при этом, возможна ситуация, когда выполняемые запросы являются излишними. Такая ситуация может возникнуть, например, при реализации чата или иной системы для обмена сообщениями, когда клиент будет постоянно опрашивать сервер о наличии новых сообщений, получая в ответ на большую часть запросов ответ о том, что новых сообщений нет.

Для решения данной проблемы были разработаны «длинные опросы» («longpoll»), которые работают следующим образом:

1. Запрос отправляется с клиента на сервер.
2. Сервер не закрывает соединение, пока не возникнет ситуация, требуемая клиентом в запросе.
3. Когда возникает требуемая ситуация, сервер отвечает клиенту, передавая ему необходимые данные.
4. Клиент немедленно делает новый запрос.

Использование длинных опросов является очень эффективным в том случае, когда возникновение ситуаций, инициирующих обмен сообщениями между сервером и клиентом, происходит редко, поскольку в таком случае длинные опросы позволяют значительно снизить нагрузку на сеть вследствие уменьшения числа запросов от клиента к серверу. Если же такие ситуации возникают часто, приём и отправка сообщений перестают отличаться от таковых при использовании HTTP-запросов; кроме этого, каждый запрос требует установления соединения с сервером с передачей заголовков запроса, авторизацией и так далее, что требует дополнительных затрат на обмен сообщениями, замедляя их передачу и обработку.

Протокол WebSocket отделён от протокола HTTP. Оба протокола

функционируют на седьмом уровне модели OSI, базируясь на протоколе TCP, функционирующем на четвёртом уровне OSI. Несмотря на разделение данных протоколов, при разработке протокола WebSocket в него была заложена возможность работы со стандартными портами HTTP, а именно 443 и 80. Подобный подход позволяет обеспечить совместимость с решениями, работающими с HTTP, например, с прокси-серверами.

Одним из принципиальных отличий WebSocket является то, что соединение для обмена сообщениями открывается один раз, и его не нужно открывать заново для каждого сообщения, передаваемого в сети; канал обмена данными останется открытым до его закрытия вручную или возникновения ошибки. При открытии соединения клиент посылает на сервер HTTP-запрос типа «GET», указав при этом заголовок запроса «Upgrade» с указанием требуемого протокола «websocket», что позволит сначала установить соединение по HTTP протоколу, а затем переключить его на протокол WebSocket.

После установления соединения роли «Клиент» и «Сервер» становятся достаточно условными, поскольку теперь любой участник сети может инициировать обмен данными путём отправки сообщения, если у него возникнет такая необходимость. Здесь возникает следующая важная особенность WebSocket, отличающая его от других протоколов: сторона, получившая сообщение, может как ответить на него в любой момент времени без ограничения на срок отправления ответа, так и вообще не отвечать на него, что при правильном использовании значительно расширяет возможности применения данного протокола.

При помощи протокола WebSocket можно передавать текстовые и бинарные данные. Первоначально планировалось использовать следующую структуру передачи данных: для текстовых данных – «0x00, <строка в кодировке UTF-8>, 0xFF», для бинарных – «0x80, <длина – один или несколько байт>, <тело сообщения>» [3]. Однако данная система передачи данных имела уязвимость, позволяющую подменить кэшированные данные во время подключения прокси-серверов, в результате разработчики некоторых браузеров до недавнего времени отказывались от официальной поддержки веб-сокетов до полного устранения данной проблемы.

В качестве временного решения разработчики Firefox и Opera ввели механизм шифрования сообщений с помощью маски. Таким образом, злоумышленники не могли управлять реальным содержанием тела сообщения, что исключало возможность принятия данных прокси-сервером, переданных по протоколу WebSocket, в качестве HTTP-запроса.

По данным сайта CanIUse, технология передачи данных по протоколу WebSocket на сегодняшний день поддерживается почти всеми современными браузерами, такими как Firefox 88.0.1, Chrome 90.0, Microsoft Edge 90.0 [4].

Таким образом, особенности протокола WebSocket делают его наиболее подходящим при реализации web-приложений, представляющих собой сложные HTML-страницы с большим количеством функциональных возможностей, подразумевающих активное взаимодействие с сервером и дру-

гими клиентами. Отсутствие в фреймах сообщений дополнительной информации, такой как заголовки сообщения, упрощает процесс их передачи и приёма, делая его более быстрым по сравнению с HTTP-запросами.

В сервисе для генерации проектных идей реализация обмена сообщениями между серверной и клиентской частями основана на использовании протокола WebSocket. Каждый из выбранных методов генерации идей подразумевает активное взаимодействие пользователей системы, входящих в один сеанс генерации, что приводит к необходимости отправки большого количества асинхронных сообщений между участниками сети; например, при создании нового блока ментальной карты или изменения текста в уже существующем блоке остальные пользователи должны получить информацию о произошедших изменениях. В таких условиях протокол WebSocket является наиболее подходящим, раскрывая свой потенциал в полной мере.

Библиографический список

1. Архитектура клиент-сервер. [Электронный ресурс]. URL: <https://sergeygavaga.gitbooks.io/kurs-lektsii-testirovanie-programnogo-obespecheni/content/lektsiya-6-ch1-arhitektura-klient-server.html> (дата обращения 13.05.2021);

2. Буторов В.В., Тынченко С.В., Царев Р.Ю. Оценка надежности клиент-серверных приложений корпоративной системы управления предприятием // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 5 (часть 3) – С. 488-492;

3. Шестаков В. С., Сагидуллин А. С./ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ WEBSOCKET В WEB-ПРИЛОЖЕНИЯХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ. – DOI 10.17586/0021-3454-2015-58-4-328-330 УДК 658.512.011.56. – ж-л Приборостроение, апрель 2015.

4. Web Sockets. [Электронный ресурс]. URL: <https://caniuse.com/websockets> (дата обращения 13.05.2021).

УДК 004.91

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА ПУТЕВКИ В ДЕТСКИЙ ЛАГЕРЬ

Сметанникова Е.Д., Кутуков А.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: smetannikova2019@mail.ru*

В статье рассмотрена реализация автоматизированной информационной системы, которая позволит менеджеру по продажам и другим сотрудникам лагеря быстрее обрабатывать заявки в лагерь, а также упростит работу

заполнения договоров о покупке путевки. Автоматизирует процесс распределения детей и вожатых по отрядам, на что не придётся тратить время в будущем. В том числе, формировать отчеты, содержащие различные данные с возможностью вывода на печать.

Ключевые слова: автоматизированная информационная система, детский лагерь, база данных.

На сегодняшний день информационные технологии проникли почти во все сферы жизни человека. Их внедрение обращено на ускорение и увеличение эффективности труда. Они ускоряют поиск необходимой информации, упрощают обработку документов, а также позволяют сотрудникам оперативно решать поставленные задачи [1].

В детском лагере при большом количестве заявок велик риск появления ошибок, во время распределения детей по отрядам, количественных подсчётов, формирования договоров и других действий, вследствие влияния человеческого фактора. Всё это делает актуальной задачу разработки АИС, в которой большинство действий будут автоматизированы.

Цели работы: Создание автоматизированной информационной системы (АИС) обработки заявок на приобретение путевок в детский лагерь для того, чтобы структурировать работу менеджера по продажам, что позволит увеличить производительность его труда.

Требования к функциональным характеристикам АИС:

- Оформление путевок для конкретного ребенка.
- Хранение информации о ребенке (ФИО, возраст, мед. полис, кружок, вид питания) и о его законном представителе (ФИО, паспортные данные, телефон, E-mail, адрес) в системе.
- Возможность формирования текстовых документов.
- Работа системы в многопользовательском режиме.
- Автоматическое распределение детей и вожатых по отрядам.
- Выполнение запросов к системе по определенным параметрам.
- Хранение и корректировка актуальных списков отрядов.
- Хранения данных о вожатых, руководителях кружков, кружках, сменах, питании, отрядах;
- Хранение заключенных договоров.
- Хранение информации о распределении вожатых и детей по отрядам.

Для разработки автоматизированной информационной системы обработки заявок в детский лагерь используется СУБД Microsoft SQL Server 2016. Физическая модель существующей БД представлена на рисунке 1. На данной модели можно рассмотреть 12 сущность, большинство сущностей были необходимы в силу выбранного направления, а именно детского лагеря.

Сущности «Ребенок», «Опекун» необходимы для хранения данных о детях и их опекунах.

Сущности «Список вожатых», «Руководители кружков» содержат всю

нужную информацию о работниках лагеря, которые будут работать с детьми на протяжении смены.

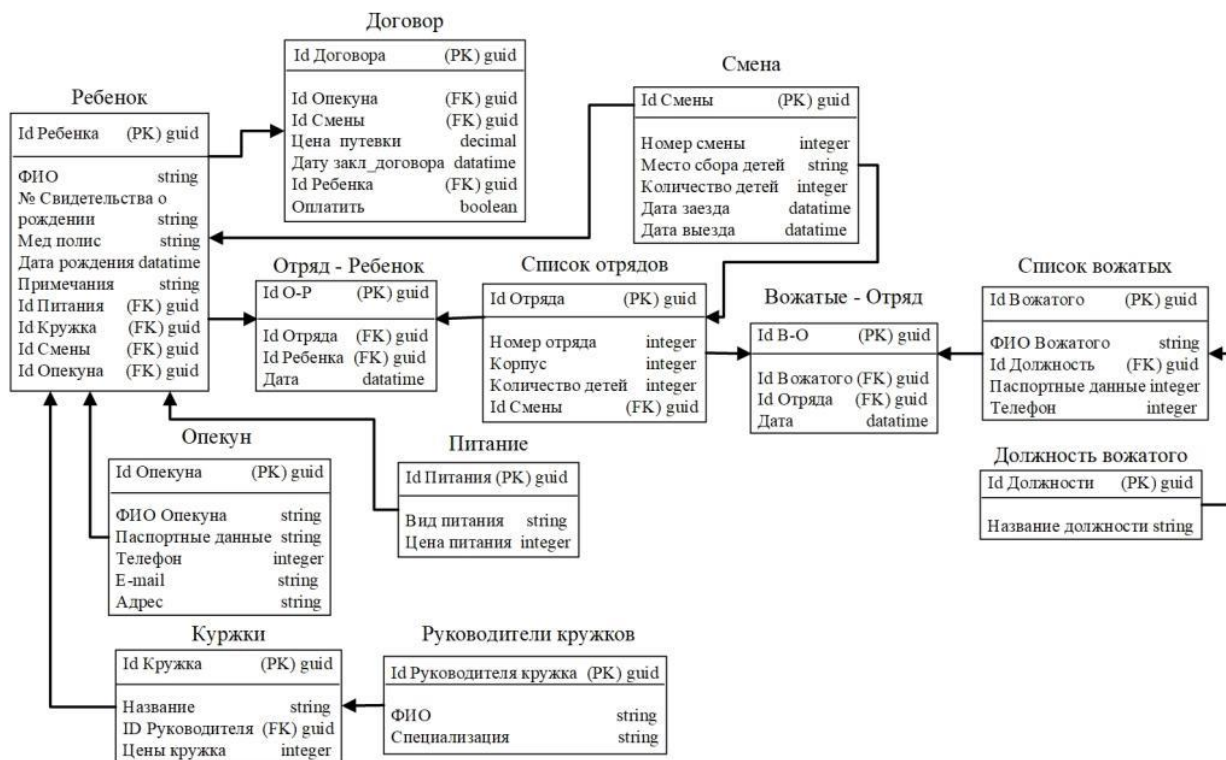


Рисунок 1 – Физическая модель БД

Сущности «Смена», «Список отрядов» нужны для хранения информации о количестве детей, дате заезда и выезда, номере корпуса проживания, номере отряда и смены. Важная данные, которые неольходима для автоматического распределения детей по отрядам.

Небольшие сущности «Питание», «Кружки», которые несут в себе информацию о видах питания и кружках представленных в лагере, из которых ребенок выбирает по одному виду.

Сущность «Договор» хранит в себе информацию с разных сущностей, относящуюся только к заключению договора.

Сущности «Отряд-Ребенок», «Вожатые-Отряд» нужны только для корректной работы программы, поэтому пользователь не сможет с ними взаимодействовать.

Реализованная программа включает в себя несколько окон и вкладок. При открытии программы откроется ее главное окно, на нем расположены три основные кнопки и 2 вкладки.

Основными кнопками являются: «Добавить новую запись», «Просмотр заключенных договоров», «Настройка базы данных».

С помощью первой кнопки откроется два окна “Родитель”, “Ребенок” в эти окна пользователь записывает все необходимые данные о ребенке и его родителе.

Следующая кнопка нужна, чтобы посмотреть все заключённые дого-

вора и при необходимости напечатать экземпляр договора.

“Настройка базы данных” кнопка, нажав на которую откроется окно с 3 вкладками на нем – “О работниках и кружках”, “Смена”, “Отряд”.

Основными вкладками являются: «Настройка базы данных», «Информация».

С помощью элементов расположенных на вкладке «Настройка базы данных» пользователь сможет открыть окна, в которых содержится информация о вожатых, руководителях кружков, смене, отрядах, питании.

А благодаря элементам расположенным на вкладке «Информация» пользователь сможет заполнить данные о себе, посмотреть все заключенные договора, всю информацию о любом родителе и ребенке, которые заключили договор и таблицу о распределении детей по отрядам.

Главное окно программы представлено на рисунке 2.

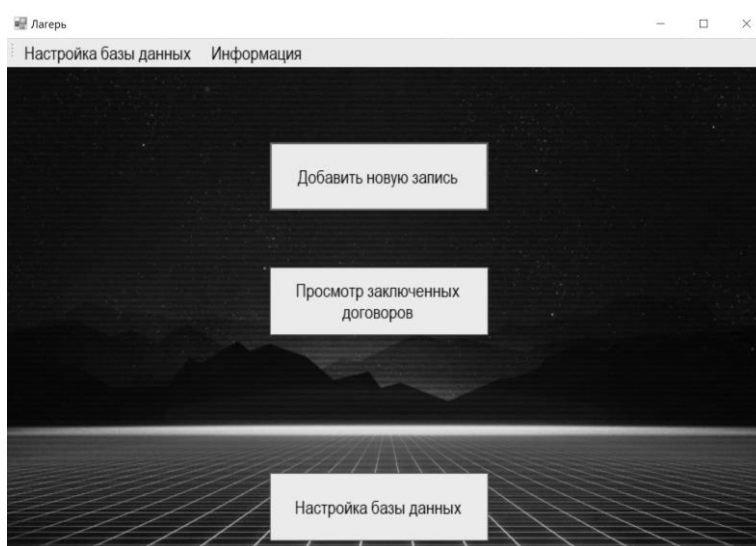


Рисунок 2 – Интерфейс главного окна программы

Вкладки «Настройка базы данных», «Информация» показаны на рисунке 3.

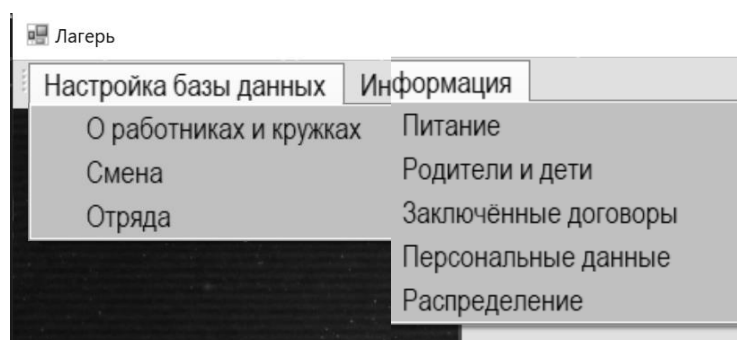


Рисунок 3 – Интерфейс вкладок главного окна

В программе реализована функция экспорта данных из таблиц в шаблон MS Word, таких шаблона всего 2, первый и самый важный это договор о покупке путевки в лагерь. Договор с уже взятыми данными из таблиц показан на рисунке 4.

Договор
на приобретение путевки в детский лагерь

« ____ » _____ 20__ г.

«Лесная сказка», именуемый в дальнейшем как «Администрация», в лице директора Давыдова Александра Сергеевича, действующий на основании Устава, с одной стороны, и Титов Сергей Максимович, именуемый в дальнейшем «Родитель» (законный представитель) ребенка, Титов Макар Сергеевич именуемого в дальнейшем «Ребенок», действующий в его (её) интересах и совместно с ним, с другой стороны, заключили настоящий Договор о нижеследующем:

1. ПРЕДМЕТ ДОГОВОРА

1.1. Администрация обязуется по письменному заявлению Родителя продать, а Родитель - оплатить путёвку в лагерь «Лесная сказка».

2. УСЛОВИЯ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ ПУТЕВКИ ПОРЯДОК РАСЧЁТОВ.

2.1. Родитель, как законный представитель, приобретает путёвку своему несовершеннолетнему ребёнку на период с 01.08.2021 по 21.08.2021. Родитель принимает на себя обязанность оплатить данную путевку по цене 14 500,00 Р рублей.

2.2. Родитель обязан предоставить Администрации оригиналы и ксерокопии документов, удостоверяющие личность, сведения о месте жительства и сведения о выезжающем в лагерь ребёнке (свидетельство о рождении или паспорт), медицинскую справку для детского лагеря.

2.3. Родитель обязан оплатить стоимость путёвки согласно реквизитам наличным или безналичным платежом.

«Администрация»:
«Лесная сказка»
Индекс и адрес лагеря 654084, ул. Зеленая 23
ИНН 7751026830, КПП 775101001
р/с 40702810538000123618
Банк ПАО Сбербанк
к/с 30101810400000000225
БИК 044525225
Телефон 123-142-41-23
E-mail LesnaySkazka@mail.ru

«Родитель»:
Титов Сергей Максимович
Телефон: 8 587-475-46-87
E-mail: TitivSerg@mail.ru
Паспортные данные: 1563 486129 ГУ МВД
Росси по Кемеровской области 12.02.2005
Адрес: ул. Ленина 23, кв. 65

Директор _____ / _____ / Родитель _____ / _____ /
(подпись) (ФИО) (подпись) (ФИО)

Рисунок 4 – Экспорт в Word данных из программы, окно Договора

Второй шаблон это таблица «Питание», которая очень может быть полезна столовой для закупки перед началом смены.

Таблица с питанием представлена на рисунке 5.

Номер смены	Вид питания	Количество человек
1	Для аллергиков	4
1	Общий	3
2	Для аллергиков	1
2	Общий	12
3	Для аллергиков	1
3	Лактоза	1
3	Общий	8

Рисунок 5 – Экспорт в Word данных из программы, окно Питание

А также реализована проверка на разные виды ошибок ввода текста пользователем. На рисунке 6 будут представлен один из многих результатов проверки ошибок не правильного ввода и не заполнения полей вовсе.



Рисунок 6 – Окно «О работниках и кружках», ввод неверного типа данных

Результатом работы стала автоматизированная информационная система для обработки заявок в детский лагерь. Полученная программа существенно упрощает процесс взаимодействия с информацией. В ней автоматизирован процесс обработки данных, что позволяет избежать ошибок подобных тем, которые могли бы возникнуть при ручном методе расчета, также автоматизирован процесс распределения детей и вожатых по отрядам.

Программа позволяет осуществлять удобный ввод данных, редактирование, а также удобный поиск необходимой информации. Она обладает понятным и простым интерфейсом. А еще существует возможность печати договора о покупке путевки и отчета по питанию.

Библиографический список

1.Норенков И.П. Автоматизированные информационные системы: учеб. пособие / И. П. Норенков. - М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 342 с.

УДК 659.11

АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФОРИЕНТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ (НА ПРИМЕРЕ ИНСТИТУТА ИТИАС СИБГИУ)

Монастырева К.И., Одинцев М.О., Пожидаев М.А.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.,
канд. техн. наук Бабичева Н.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: find.way.project@gmail.com*

В статье рассмотрены вопросы актуальности разработки информационно-аналитического ресурса для проведения профориентации.

Ключевые слова: профориентация, автоматизация, обучение, фирменный стиль, айдентика.

Долгое время проблемы профориентации исследовались и воплощались исключительно с точки зрения имеющейся профессиональной среды, оставляя в стороне такие важные стороны, как личность, имеющийся социальный заказ от государства или общества на рынке труда. Печальным следствием такого подхода стали мероприятия, не учитывающие желания и способности человека. Для решения этой задачи авторы предлагают создать широкопрофильную информационную систему с возможностью прохождения тестирования и составления профориентационного портрета обучающегося.

Удобство использования сайта - это его простота и понятность для обычного пользователя. Согласно статистике, посетитель тратит около 27 секунд на странице. Он заинтересован в быстром поиске информации, и поскольку сайт не был полезен в столь короткие сроки, посетитель уходит. Более того, пользователю больше не важно, была ли полезная информация на этой странице. Недружественный дизайн, который не соответствует представлению посетителя о комфорте, вероятно, напугает его. Исследование юзабилити показывает, что коммерческие веб-проекты теряют до 50% потенциальных клиентов из-за сложности интерфейса, 40 % из которых больше не хотят возвращаться на сайт [1].

Основные требования к юзабилити:

- Ориентация. Новый посетитель не должен уходить со страницы, его внимание не должно отвлекать дизайн и мелкие элементы.
- Оперативность. Возможность быстрого выбора действия, требуемого пользователем.
- Запоминаемость. Пользователь, посещающий страницу, должен легко запомнить алгоритм желаемых действий.
- Работа с ошибками. Быстрая коррекция и устранение «задержек».
- Удовлетворенность. Субъективная оценка сайта, его эмоциональное восприятие пользователями.

Взгляд на веб-сайт и рейтинг посетителя никогда не совпадает. Чтобы повысить удобство использования вашего сайта, вы должны критически относиться к своему продукту и в первую очередь сделать его удобным для своей целевой аудитории[2].

Айдентика или фирменный стиль трактуется как особый процесс передачи целевой аудитории основной информации о продукте. Под фирменным стилем понимают комплект постоянных цветовых, графических элементов, обеспечивающих видимую и концептуальную монолитность товаров или услуг, всей информации внутреннего и внешнего оформления, которая исходит от фирмы. Использование стиля предполагает общий подход к оформлению, цветовым решениям деловых бумаг, технической и деловой документации и упаковке продукции [3].

Когда аудитория знает стиль компании, она с большей вероятностью

обратит внимания на знакомый логотип, цвета, выделит определенное рекламное сообщение из общего рекламного потока, который с каждым днем все увеличивается. Значение стиля состоит в том, что он даёт право фирме с меньшими затратами выводить на рынок свои новые товары, увеличивает эффективность рекламы и улучшает ее запоминаемость.

В настоящее время студентами и преподавателями кафедры прикладных информационных технологий и программирования СибГИУ реализуется проект «Найди свой путь». Он направлен на оказание помощи в профориентации и адаптации в рамках выбранного направления для обучающихся по программам среднего профессионального (СПО) и высшего (ВО) образования. Для проекта «Найди свой путь» дизайнерами был разработан фирменный блок информационного портала. Так как, цвета в Web-дизайне базируются на трех составляющих, а именно контраст, дополнение и резонанс, в качестве фирменного цвета, выбраны несколько тонов: голубой (225dfd), оранжевый (f87f0f), белый (ffffff), серый (8b8b8b) и черный (000000). В результате поиска решений для создания фирменного знака, проектной командой был выбран следующий логотип (рисунок 1).



Рисунок 1 – Фирменный знак проекта

Следующим шагом разработки информационно-аналитического ресурса является верстка сайта, т.е. расположение текста, заголовков и изображений на странице.

Ниже приведен ряд правил, которым необходимо следовать при настройке современного сайта:

- Правильно отформатированный код.
- Использование соответствующих тегов.
- Необходимо придерживаться стандартов Web 2.0. В этой концепции требуется разделение контента, представления и поведения (HTML, CSS и JS).
- Кроссбраузерность, по возможности.

Новым шагом разработки информационно-аналитического ресурса является серверная часть сайта. В этом модуле мы рассматриваем, что из себя представляет API, а также один из распространённых видов архитектурного стиля - REST.

API – описание способов, которыми одна компьютерная программа может взаимодействовать с другой программой.

REST – архитектурный стиль взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети. REST представляет собой согласованный набор ограничений, учитываемых при проектировании распределённой гиперме-

диа-системы. В широком смысле компоненты в REST взаимодействуют наподобие взаимодействия клиентов и серверов во Всемирной паутине. На рисунке 2 представлена общая схема работы API.

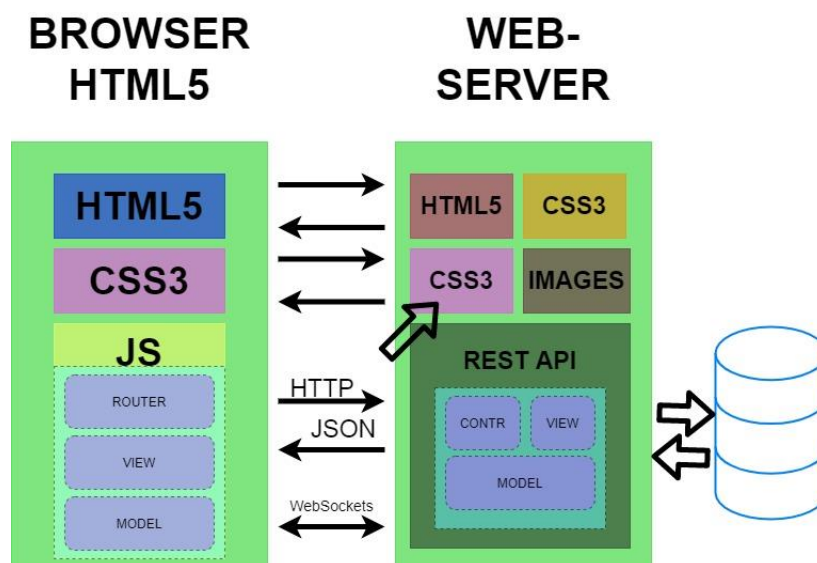


Рисунок 2 – Общая схема API

Далее приведены требования на проектирование и разработку API. Основные принципы проектирования интерфейсов RESTful API, использующих протокол HTTP:

- REST API разрабатываются на основе ресурса, который может быть любым типом объекта, данных или службы, к которому может получить доступ клиент. Ресурс не должен основываться на одном физическом элементе данных.

- У ресурса есть идентификатор (универсальный код ресурса (URI)), который уникально идентифицирует этот ресурс.

- Клиенты взаимодействуют со службой путем обмена представлениями ресурсов. Многие веб-API используют JSON в качестве формата для обмена.

- Интерфейсы REST API используют единый интерфейс, который позволяет отделить реализации клиента и службы. Для REST API, созданных на основе протокола HTTP, единый интерфейс будет использовать стандартные HTTP-команды для выполнения операций с ресурсами. Наиболее часто выполняемые операции: GET, POST, PUT, PATCH и DELETE.

- REST API использует модель запросов без отслеживания состояния. HTTP-запросы должны быть независимыми и могут создаваться в любом порядке, поэтому сохранение сведений о переходном состоянии между запросами не представляется возможным. Сведения хранятся только в самих ресурсах, и каждый запрос должен быть атомарной операцией. Благодаря этому ограничению веб-службы имеют высокую масштабируемость, так как нет необходимости сохранять сходство между клиентами и конкретными

серверами. Каждый сервер может обрабатывать любой запрос от любого клиента. Тем не менее, другие факторы могут ограничить масштабируемость. Например, многие веб-службы записывают данные в серверное хранилище данных, что может быть трудно масштабировать.

- Интерфейсами REST API управляют ссылки на гиперсреды, которые содержатся в представлении.

Таким образом, было проведено исследование актуальности разработок, требованиях к юзабилити, айдентике и правилах создания API.

Библиографический список

1. Ленгсторф, Джейсон PHP и jQuery для профессионалов / Джейсон Ленгсторф. – М.: Вильямс, 2019. – 362 с.
2. Локхарт, Джош Современный PHP. Новые возможности и передовой опыт / Джош Локхарт. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 304 с.
3. Эйри, Дэвид Логотип и фирменный стиль. Руководство дизайнера / Дэвид Эйри. – М.: «Питер», 2020. – 216 с.
4. Лоре Арно, Проектирование веб-API – М.: ДМК Пресс, 2020.– 440 с.

УДК 669.046

СОЗДАНИЕ УСЛОВНО-ОБРАЗЦОВОГО ПРОФИЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПРОФСТАНДАРТОВ

Шевченко Е.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.

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

Рассмотрен подход к индивидуализации образовательной траектории обучающихся по программам высшего образования в ИТ-сфере, основанный на многовариантной технологии профориентации (МвПРОП-технологии), позволяющей определить наиболее предпочтительные компоненты деятельности человека на базе многовариантного типирования интеллектуальных особенностей личности. Главная задача исследования направлена на то, чтобы помочь обучающемуся в рамках уже выбранного направления подготовки наиболее полно раскрыть свои способности.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, типы интеллекта, профстандарты, ИТ-технологии, профессии, индивидуальная траектория обучения.

Поступая на конкретное направление подготовки или специальность, обучающийся не всегда имеет представление о том, чему будет учиться и по какой профессии будет работать в будущем. Для того чтобы соответствовать всем запросам рынка труда, быть востребованным и высококвалифициро-

ванным специалистом нужно помочь студентам сконцентрироваться на более важных сферах знаний, направить обучающегося в рамках имеющихся профессий с его учетом личностных особенностей, знаний и умений.

Исходя из вышесказанного, построение индивидуальной образовательной траектории является актуальной задачей. Важно создать условия для определения человеком своих навыков и умений, раскрыть потенциальные возможности, которые будут полезны в конкретной профессиональной деятельности.

В России для многих профессий разработаны профессиональные стандарты, в которых определены следующие характеристики: основная цель вида профессиональной деятельности, группа занятий, к каким видам экономической деятельности относится профессия и описание трудовых функций. В каждой обобщенной трудовой функции описаны требования к образованию, требования к опыту практической работы и особые условия допуска к работе, а также возможные наименования должностей или специальностей [1].

Для того, чтобы рекомендовать студенту конкретную профессиональную деятельность, в которой его способности раскроются в полной мере, принято решение для основных профессий в ИТ-сфере составить условно-образцовый профиль, в зависимости от двух или трех базисных типов интеллекта, предпочтительных функциональных компонентов деятельности, обеспечивающих компонентов и обобщенных объектов деятельности.

В работе [2] определено десять функциональных компонентов деятельности: контроль, исследование, прогнозирование, исполнение, управление, проектирование, создание, обслуживание, эксплуатация, обучение и развитие. При рассмотрении всех функциональных компонентов деятельности и трудовых функций конкретной профессии, указанных в профстандарте, проведен анализ и соотнесение функциональных компонентов деятельности с трудовыми функциями и выделены наиболее подходящие функции для выбранной специальности.

Помимо функциональных компонентов деятельности важную роль играют обеспечивающие компоненты деятельности, которые выделяются в соответствии с видами обеспечения: концептуальное, образовательно-кадровое, организационное, правовое, финансовое, социопсихологическое, лингвистическое, информационное, методическое, алгоритмическое, программное, техническое [2]. Для каждой профессии проведен анализ умений и знаний трудовой функции, который в последующем помог соотнести их с обеспечивающими компонентами деятельности.

На завершающем этапе исследования функциональных и обеспечивающих компонентов деятельности конкретной профессии, были определены соответствующие объекты деятельности. В таблице 1 приведена детализация профессии 06.013 «Специалист по информационным ресурсам» по видам функциональных компонентов деятельности, обеспечивающих компонентов деятельности и объектов.

Таблица 1 – Детализация профессии 06.013 «Специалист по информационным ресурсам»

СПЕЦИАЛИСТ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ (06.013)		
Функциональные компоненты деятельности	контроль	Просмотр веб-страниц сайта, контроль качества текстов и их отображения, определение необходимости редакторской и корректорской обработки.
		Контроль соблюдения требований стандартов к доступности интернет-ресурсов для лиц с ограниченными возможностями.
		Мониторинг и оценка результатов выполнения работ, формулирование замечаний.
	исследование	Выявление потенциальных источников информации (среди сайтов производителей и основных дистрибьюторов товаров, конкурентов, тематических сообществ и форумов, электронных и печатных каталогов и справочников, информационных систем и баз данных организации).
		Мониторинг новостных лент, форумов, социальных сетей, рассылок.
		Поисковая оптимизация и адаптация текстовых материалов.
		Анализ и корректирование ответов, подготовленных представителями организации.
		Общий анализ посещаемости сайта и выявление наиболее популярных страниц.
	исполнение	Переработка текстов различной тематики (реерайт).
		Редактирование текстов и корректировка отображения веб-страниц.
		Составление кратких и развернутых текстов объявлений для размещения на сайте, в социальных сетях, форумах и на тематических порталах.
Настройка отображения новостей, анонсов мероприятий и других элементов на сайтах социальных сетей.		
Изменение структуры сайта с помощью системы управления контентом (CMS) - создание новых разделов, подразделы.		
управление		Формирование заданий для исправления веб-писателям, публикаторам, веб-дизайнерам и веб-мастерам.
		Управление несколькими сообществами в социальных сетях.
		Управление дискуссиями с участниками сообществ.
		Распределение работы по созданию и редактированию контента.
развитие	Повышение посещаемости, снижение негативных реакций, поддержание дружелюбной тональности в комментариях к официальным сообщениям организации.	
	прогнозирование	Планирование работ по наполнению сайта.

Продолжение таблицы 1

СПЕЦИАЛИСТ ПО ИНФОРМАЦИОННЫМ РЕСУРСАМ (06.013)		
Обеспечивающие компоненты деятельности	лингвистическое	Большой словарный запас. Высокий уровень знания русского языка (орфография, пунктуация, стилистика).
	правовое	Законодательство Российской Федерации в области интеллектуальной собственности, правила использования информационных материалов в Интернет.
		Отраслевые стандарты и нормы.
	концептуальное	Принципы и механизмы работы поисковых систем, функциональные возможности популярных сервисов поиска.
		Принципы копирайтинга и рерайта.
	методическое	Технологии организации и ведения новостных лент, RSS-каналов, электронных подписок, рассылок по электронной почте.
Виды спама и нежелательного контента, методы и средства борьбы с ними.		
Содержание и методы решения задач по созданию и редактированию контента		
организационное	Основные принципы и технологии управления проектами.	
	Основы менеджмента.	
Объекты деятельности	коллективно-человеческие	
	содержательные модельно-образные	

По данным таблицы 1 и на основе анализа всех базисных типов интеллекта для профессии 06.013 «Специалист по информационным ресурсам» определены предпочтительные типы интеллекта: ИВИМР (интроверт, интуит, мыслящий, решающий), ИВИМВ (интроверт, интуит, мыслящий, воспринимающий), ЭВИЧВ (экстраверт, интуит, чувствующий, воспринимающий).

Таким образом, на основе результатов типирования, в рамках уже выбранного направления подготовки или специальности обучающемуся можно помочь в определении своего жизненного пути, направить его в русло конкретной профессии, и обратить его внимание на дисциплины, которые помогут в освоении профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. Реестр профессиональных стандартов – URL: <https://profstandart.rosmintrud.ru/> (дата обращения 17.05.2021).
2. Киселева, Т. В. Многовариантное типирование интеллекта с гибкой профориентацией и адаптацией обучения: учебное пособие: предназначено для обучающихся всех направлений подготовки / Т. В. Киселева, Е. П. Пермякова; Сибирский государственный индустриальный университет, Кафедра прикладных информационных технологий и программирования. – Новокузнецк: Издательский центр СибГИУ, 2020. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СУО MOODLE

Уткина А.В.

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

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

В данной работе рассматривается проектирование дополнительного модуля (плагина) к системе управления обучением Moodle, позволяющего осуществлять сбор статистики на основе активности студентов и преподавателей в системе. Результатом работы плагина будет автоматическое формирование отчетности по пользователям. В дальнейшем данные отчеты можно импортировать в табличный процессор Microsoft Excel.

Ключевые слова: Moodle, система управления обучением (СУО), плагины, статистика, активность пользователей, логи.

С развитием информационных технологий в учебных заведениях все чаще используются системы управления обучением. В связи с эпидемиологической обстановкой в 2020 году из-за пандемии коронавирусной инфекции учебные заведения были вынуждены уйти на дистанционное обучение с использованием интернет технологий, в том числе системы управления обучением, сервисов для проведения видеоконференции, мессенджеров и т.д. В Сибирском государственном индустриальном университете используется одна из самых популярных систем управления обучением (СУО) Moodle.

Moodle (расшифровывается как Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) – бесплатная система управления обучением. Данная система имеет открытый код, распространяется по лицензии GNU GPL и переведена более чем на 100 языков [1]. Система имеет модульную архитектуру: вокруг ядра системы установлено большое число различных дополнений (плагинов), таких как блоки, отчеты, модули курса и прочие. При этом с помощью специального интерфейса программирования API Moodle можно создавать собственные плагины.

В СУО Moodle происходит взаимодействие преподавателей и студентов в учебных курсах с помощью вебинаров, форумов, чатов, личных сообщений, заданий, тестов, а также посредством других инструментов.

Moodle формирует значительно больший объем информации по сравнению с традиционным образовательным процессом, так как фиксирует всю активность пользователей, записывая их действия в служебные файлы системы. При этом администратор может посмотреть активность любого пользователя в системе, а преподаватель – активность любого студента в курсе, через «Журнал событий», но это возможно только в ручном режиме, что требует больших затрат времени, так как в системе отсутствуют готовые ин-

струменты автоматического анализа данных.

Поэтому актуальной является задача разработки инструмента, позволяющего выявлять студентов и преподавателей, которые неактивны в системе, для организации контроля хода образовательного процесса. Данный инструмент будет реализован в виде плагина.

Плагин будет извлекать информацию из базы данных Moodle для формирования отчета об активности пользователей. Данный показатель является одним из ключевых для оценки результативности обучения. Система анализирует и обобщает данные из журнала событий (логи) пользователей.

Логи (лог-файлы) – это файлы, содержащие системную информацию работы сервера или компьютера, в которые заносятся определенные действия пользователя или программы [2]. Иногда также употребляется русскоязычный аналог понятия – журнал. Их назначение – протоколирование операций, выполняемых в системе, для дальнейшего анализа администратором. Регулярный просмотр журналов позволит собрать статистику действий пользователя в системе.

Разрабатываемый плагин будет формировать отчеты о работе преподавателей и студентов в системе Moodle.

Отчеты по преподавателям будут доступны администраторам системы, завидущим кафедрами, а также преподавателям и позволят выявить преподавателей, которые недостаточно активны в системе. Основными показателями отчетов будут:

1. Преподаватели, не подписавшие на свои курсы студентов.
2. Преподаватели, в курсах которых нет заданий для студентов.
3. Преподаватели, который не оценивал работы более 7 дней.
4. Преподаватели, которые не заходят в курс текущего семестра более 1 месяца.

Отчет по активности студентов в курсах позволит контролировать их работу в течение семестра и заранее выявлять студентов, которые имеют проблемы с освоением дисциплин. Данный отчет позволит дирекции института контролировать учебный процесс в течение семестра. Основными показателями отчетов будут:

1. Студенты, которые не сдали задания в определенном курсе. Данный отчет также будет доступен для преподавателей и позволит автоматически выявить не успешных студентов, что особенно актуально на курсах, изучаемых большим количеством студентов (в системе есть курсы, на которых одновременно учатся более 800 человек).

2. Студенты, которые не сдали задания во всех курсах. Данный отчет позволит выявить студентов, у которых могут быть долги в семестре.

3. Среди студентов с долгами выявить тех, кто успешно осваивает большинство курсов, что позволит выявить тех, у которых проблемы только с определёнными дисциплинами. Данный отчет позволяет выявлять дисциплины, по которым требуется провести дополнительный анализ и

возможно скорректировать организацию учебного процесса.

Плагин должен обеспечивать возможность экспорта данных из отчетов в табличный процессор Microsoft Excel.

Таким образом, разрабатываемый плагин позволит упростить анализ активности студентов и преподавателей в системе Moodle, на основе которого будут вырабатываться управленческие решения для оптимизации учебного процесса.

Библиографический список

1. Эшназарова М. Ю. Moodle – свободная система управления обучением // Образование и воспитание. – 2015. – № 3 (3). – С. 41-44.

2. Логирование как инструмент повышения стабильности веб-приложения [Электронные ресурсы] / Режим доступа: <https://tproger.ru/articles/logging-on-frontend-and-backend>, 2020 г. (дата обращения: 18.05.2021).

УДК – 004.77

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ WEB-ПОРТАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ДОСКИ ОБЪЯВЛЕНИЙ

Чупин А.В.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: alchur99uchenik@gmail.com*

В данном докладе рассмотрены преимущества объектно-ориентированного подхода к созданию web-порталов, а также особенности их реализации на примере мультифункционального сайта электронной доски объявлений.

Ключевые слова: интернет-портал, объектно-ориентированный подход к программированию, модульная структура, ролевое разделение функционала.

В качестве главной особенности web-порталов, по сравнению с обычными, «простыми» интернет ресурсами выделяют наличие различных сервисов; которые в общей совокупности или по отдельности представляют функционал, интересующий пользователей. Например, сайт «Электронная доска объявлений» может включать в себя несколько подсистем:

1) Собственно систему объявлений, включающую в себя возможность просмотра объявлений и их категорий, фильтрации списка объявлений по ключевым свойствам.

2) Форум для обсуждения вопросов, связанных с категориями объявлений, позволяющих пользователям обмениваться мнениями в областях

применения, определения качества и других способах повышения релевантности характеристик объявлений.

3) Подсистему обмена сообщений, обеспечивающую способ связи пользователей сайта с авторами объявлений.

Также, в данном типе сайтов могут быть: подсистема статейной направленности, содержащая функционал блога, подсистема различных дополнительных микро-сервисов для предоставления вспомогательных функций. Такими функциями могут быть: привязка компонентов карт для отображения адреса, упомянутого в объявлении; использование платежных систем для обеспечения безопасных сделок и предоставления возможности оплаты дополнительных услуг сайта.

Для реализации своих и интеграции сторонних сервисов принято использовать определенные принципы построения web-приложений. В-первых, основным из распространенных подходов к созданию программного интернет продукта является применение объектно-ориентированного подхода (ООП). Для создания сайта в большинстве случаев, какой ни был взят язык: PHP, Ruby, Python или ASP.NET – во всех из них используется ООП для подключения сторонних библиотек. В данном случае они реализуют доступ к другим информационным системам или же используется для построения более сложного программного продукта. Во-вторых, для реализации проекта средней или высокой сложности необходимо применять повторяемые архитектурные шаблоны, также известные как паттерны разработки. Частым выбором является применение паттерна «Модель-Представление-Контроллер» (Model-View-Controller или же MVC) [1, с. 147], пример которого приведен на рисунке 1.

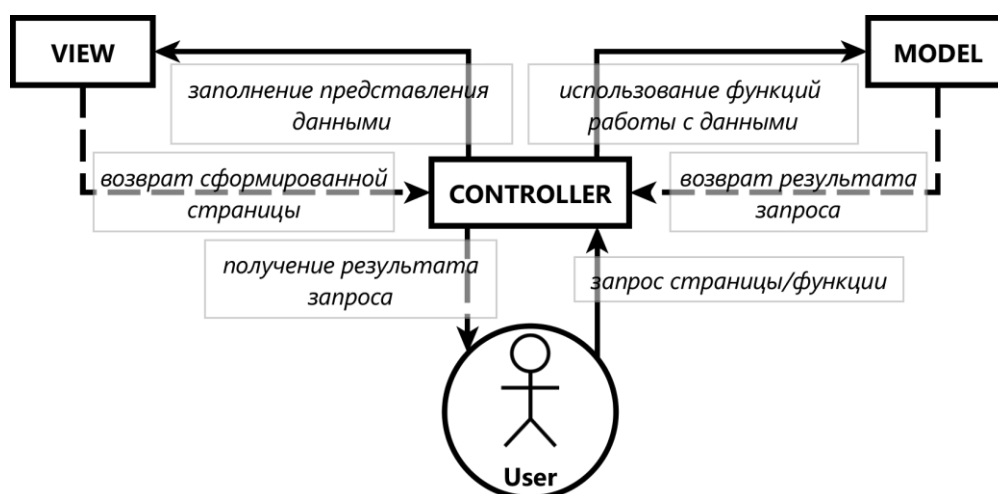


Рисунок 1 – Структурная схема паттерна MVC

В проекте электронной доски объявлений можно применять разные платформы, реализующие паттерн MVC, одной из которых является микрофреймворк SLIM 4.

Рассмотрим структуру типового проекта с использованием HTTP-сервера Apache, серверного языка программирования PHP и микрофреймворка SLIM 4.

Жизненный цикл запроса страницы сайта приведен на рисунке 2.

Стандартный запрос страницы включает в себя следующие элементы:

1) Запрос страницы, отправленный посредством протокола HTTP, получает веб-сервер Apache, который либо выдает запрошенный файл, в случае если запрошен статический ресурс, либо передает управление в интерпретатор PHP, используемый для выполнения программы логики сайта [2];

2) Полученный запрос передается в главный исполняемый файл, в котором происходит создание экземпляров классов сторонних библиотек, а также создается экземпляр главного класса SLIM 4, включение которого делает доступным диспетчеризацию запросов относительно требуемой бизнес-логики [3];

3) При определении шаблона URL параметров запроса происходит передача выполнения скриптов в раздел подходящего контроллера, однако если определить запрашиваемую страницу не удалось, то происходит отображение страницы с ошибкой 404.

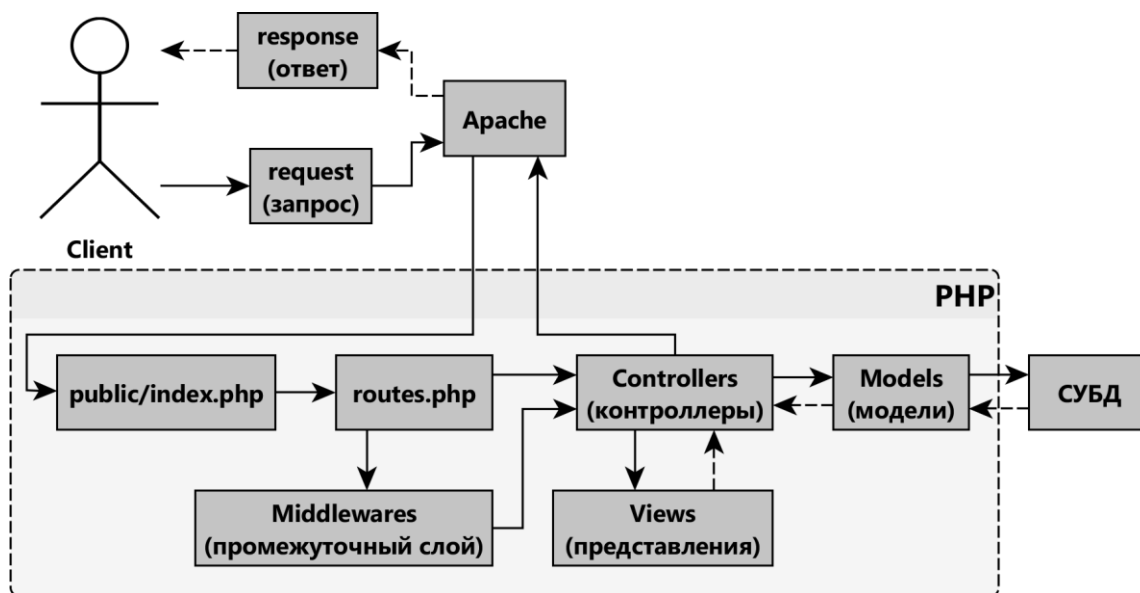


Рисунок 2 – Жизненный цикл запроса страницы в SLIM 4

4) В ходе выполнения кода контроллера происходит выполнение алгоритмов бизнес-логики, зачастую включающих использование запросов к системе управления базами данных и подключение файлов представлений с функциональными блоками страницы.

Возвращаясь к особенностям разработки web-портала с использованием паттерна MVC, стоит отметить возможность горизонтального расширения функционала сайта, при котором возможно выделение страниц и разделов сайта в обособленные модули контроллеров, моделей и представлений.

Таким образом, учитывая возрастающую сложность современных интернет-систем, обоснована необходимость использовать подходящие принципы и соответствующие им технологии проектирования для разработки и дальнейшей поддержки web-сайтов.

Библиографический список

1. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript, CSS и HTML5. – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2016. – 768 с.
2. Ш.М. Усеинов, И.В. Венкова, Л.Р. Эмирова, Э.Э. Бакиев, А.А. Решитов Реализация принципов MVC на языке программирования PHP // Современные наукоемкие технологии. 2008. № 1. С. 26. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=36716761> (дата обращения: 10.05.2021).
3. Request // Slim Framework URL: <https://www.slimframework.com/docs/v4/objects/request.html> (дата обращения: 10.05.2021).

УДК 378:004

О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДАННЫХ В ВУЗАХ

Демакова Т.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Кораблина Т.В.

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

Развитие цифровых технологий и внедрение электронного обучения в образовательный процесс привело к образованию больших массивов данных, анализом этих информационных массивов занимается анализ образовательных данных. В данной статье дано определение данному анализу, рассмотрены задачи, решаемые с помощью него в образовательных учреждениях вашего образования.

Ключевые слова: образовательный процесс, образовательные данные, анализ данных, Educational Data Mining (EDM), система управления обучением (СУО), электронно-образовательная среда.

В современном мире образование рассматривается как одна из важнейших составляющих экономического роста и развития государства. Поэтому, в рамках цифровой экономики происходит пересмотр традиционных понятий образования и внедряются современные информационные технологии.

В связи с чем широкое распространение получили системы электронного обучения, которые дают исследователям большой объем информации о студентах, их успеваемости, научно-образовательной работе, о преподавателях и о взаимодействиях преподаватель-студент. Это связано как с активным использованием технологий сбора и хранения данных в электронном обучении, так и с большим масштабом аудитории электронных образовательных сред.

Рост объема образовательных данных поступающей от участников образовательного процесса на его различных этапах привел к появлению направления в области искусственного интеллекта – анализа образователь-

ных данных [1]. Анализ образовательных данных (Educational Data Mining, EDM) – это направление исследований, с использованием методов интеллектуального анализа данных (Data mining), машинного обучения и статистики к информации, производимой образовательными учреждениями [2].

Можно выделить несколько задач решаемых с помощью EDM в образовательных учреждениях, одной из них является предсказание успеваемости обучающихся. В частности, работа [3] посвящена разработки информационно-аналитической подсистемы портала для определения комбинации входных переменных, которые приводят к высокой или низкой успеваемости, что позволяет выделить группы риска среди студентов. Прогнозирование успеваемости осуществляется с использованием таких методов как: деревья решений, алгоритм Байеса, нейронной сети. В статье [4] прогнозирование успеваемости осуществляется на основе логов из системы управления обучением (СУО) Moodle. В [5] проведен анализ факторов, влияющих на академическую успешность студентов первого года обучения в университете, на основе данных из СУО, а также проведенного анкетирования, вопросы в котором были разделены на несколько групп: данные о предыдущем и текущем образовании, уровень самостоятельности, интересы и т.д. Помимо методов классификации, существуют и другие подходы к прогнозированию успеваемости, например, генетические алгоритмы или применение нечетких моделей. После проведенных таких исследований формируются рекомендации для преподавателей и студентов по корректировке образовательного процесса.

Еще одной из важнейших задач EDM является индивидуализация образовательной траектории в зависимости от целей и мотивации студента. В рамках этого может проводится анализ взаимосвязи интересов обучающегося и успеваемости по конкретной дисциплине, анализ популярности сценариев уроков. Например, в статье [6] рассматриваются методы EDM для построения и обеспечения персонализированной траектории обучения творческим специальностям.

Методы EDM применяются также в обеспечении обратной связи между преподавателями и студентами. Можно выделить несколько направлений исследований анализ форумов/комментариев в электронно-образовательной среде и их влияние на успеваемость, анализ взаимосвязи текущих оценок и итоговой успеваемости студента, анализ вовлеченности студента в учебный процесс. В работе [7] описан облачный сервис мониторинга вовлеченности студентов на основании анализа видеопотоков с камер, размещенных в аудиториях, с последующей агрегации данных на панелях визуализации, позволяющей администрации учебного заведения оперативно отслеживать динамику изменения вовлеченности студентов в ходе семестра и при необходимости принимать решения по корректировке ситуации.

Анализ взаимодействия студентов с электронными курсами используется для улучшения их конструирования, подачи учебного материала. Помимо этого EDM применяется для оценки качества этих курсов, например, в

работе [8] проведена оценка качества электронных образовательных ресурсов по тринадцати критериям с помощью построения дерева решений.

Также можно выделить и другие задачи EDM такие как анализ и визуализация данных, моделирование поведения студентов, выявление нежелательного поведения студентов, группировка студентов, анализ социальных связей студентов. Большинство из них сводится к моделированию образовательного процесса и построению модели обучающегося с помощью методов классификации, кластеризации, поиска ассоциативных правил, регрессии и т.д.

Методы EDM находят применение в системах поддержки принятия решений на всех уровнях управления образовательным процессом, что делает его перспективным научным направлением.

Библиографический список

1. Baker R., Siemens G. Educational Data Mining and Learning Analytics [Электронные ресурсы] / Режим доступа: <http://www.columbia.edu/~rsb2162/BakerSiemensHandbook2013.pdf> (дата обращения: 28.05.2021).

2. Белоножко П.П., Карпенко А.П., Храмов Д.А. Анализ образовательных данных: направления и перспективы применения // Вестник евразийской науки. – 2017. – №4 (41). – С. 449-461.

3. Солтан Г.Ж., Смаилова С.С., Увалиева И.М., Томилин А.К. Интеллектуальный анализ данных в задачах управления качеством образовательного процесса // Инженерное образование – 2013. – №13 – С. 36-43.

4. Romero C., Espejo P., Zafra A., Romero J., Ventura S. Web usage mining for predicting final marks of students that use Moodle courses [Электронные ресурсы] / Режим доступа: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.20456> (дата обращения: 28.05.2021).

5. Булычева П.А., Ошмарина О.Е., Шадрин Е.В. Выявление академически неуспешных студентов на первом году обучения в университете на примере НИУ ВШЭ - Нижний Новгород // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2016. – №2 (42) – С. 136-143.

6. Lin, C.F.a , Yeh, Y.-C.b , Hung, Y.H.c , Chang, R.I.a Data mining for providing a personalized learning path in creativity: An application of decision trees [Электронные ресурсы] / Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/257171657_Data_mining_for_providing_a_personalized_learning_path_in_creativity_An_application_of_decision_trees (дата обращения: 28.05.2021).

7. Соловьев В., Куклина Д., Славгородский А., Пухов И., Титко М. Мониторинг вовлеченности студентов в учебный процесс // Открытые системы. СУБД – 2018. – №2 – С. 28.

8. Горутько Е.Н. Применение интеллектуального анализа данных в задаче оценки качества электронных образовательных ресурсов // Перспективы развития информационных технологий. – 2016. – №30. – С.103-108.

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИКЕ

Исхаков Р.Р.

Научный руководитель: доцент Иванова В.Р.

*Казанский государственный энергетический университет,
г. Казань, e-mail: iskhakovramil96@gmail.com*

Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью, охватывая практически все сферы человеческой деятельности: от смартфонов до серверов крупнейших корпораций, от беспилотных автомобилей до габаритного оборудования промышленных предприятий. Широкое внедрение искусственного интеллекта дает возможность экономического роста страны, так как искусственный интеллект обеспечивает повышение эффективности промышленности и рост производительности труда.

Ключевые слова: искусственный интеллект, искусственные нейронные сети, энергоэффективность, интеллектуальные системы управления.

Искусственный интеллект (ИИ) - область научных исследований, цель которых создание "умных" компьютерных систем, т.е. систем, способных выполнять функции человеческого разума. Стоит подчеркнуть, что искусственный интеллект - это не "суперкомпьютер", а совершенно иной механизм: компьютер лишь выполняет последовательность запрограммированных команд, а ИИ отличается способностью к самообучению, запоминанию и воссозданию образов, выявлению закономерностей, способностью аналитически структурировать информацию и делать выводы.

На практике концепция построения интеллектуальных систем управления предполагает выбор тех или иных технологий обработки знаний в зависимости от специфики решаемых задач, особенностей управляемого объекта, его функционального назначения, условий эксплуатации и т.д.[1]

Внедрение ИИ в электроэнергетике направлено на решение следующих задач:

1. Уменьшение времени поиска и устранения причин отказов оборудования.
2. Сокращение времени вывода оборудования в ремонт.
3. Повышение экологичности оборудования и уменьшения вредного воздействия на окружающую среду.
4. Уменьшение вреда здоровью обслуживающему персоналу.
5. Рационализация использования энергетических ресурсов.
6. Повышение конкурентоспособности за счет совершенствования технологий.
7. Автоматизация рутинных процессов обработки данных.
8. Снижение влияния человеческого фактора.

Развитие искусственного интеллекта неразрывно связано с развитием искусственных нейронных сетей. Они представляют собой имитацию биологических нейронных сетей, благодаря которым в головном мозгу человека происходят процессы мышления, восприятия и так далее. Главным направлением в развитии искусственных нейронных сетей является не столько увеличение числа нейронов, сколько изменение конструкций и конфигураций сетей, что приводит к более точному воспроизведению физиологических свойств человеческого мозга и даже к возможности превзойти его. Чем сложнее нейронные связи, тем более сложную задачу может выполнять ИИ [2].

Можно выделить следующие достоинства внедрения ИИ в энергетике:

1. Своевременное информирование о развивающихся дефектах для принятия мер, предотвращающих аварийные ситуации.

2. Снижение затрат на техническое обслуживание, а, следовательно, и снижение затрат на его эксплуатацию.

3. Повышение надежности электроснабжения потребителей и уменьшение экономических потерь по причине сбоев в поставке электроэнергии и других энергетических ресурсов.

4. Обработка большого объема данных и их систематизации за доли секунд.

5. Снижение нежелательного влияния человеческого фактора, рост производительности труда.

6. Повышение готовности оборудования к эксплуатации за счет сокращения сроков производства ремонтных работ.

7. Оптимальное распределение топливно-энергетических ресурсов.

Большинство людей, которые хоть раз слышали про возможности искусственного интеллекта, задавались вопросом: заменит ли ИИ человека? Несомненно, развитие ИИ и внедрение во все сферы жизни окажет существенное влияние на рынок труда и экономику в целом. Во-первых, все рутинные процессы будут автоматизированы. Во-вторых, будут предъявляться повышенные требования к квалификации персонала, а менее квалифицированным кадрам неизбежно придется переобучиться и освоить новые навыки и умения. В-третьих, каждый человек - это личность, обладающий своим набором человеческих качеств. В мире все чаще звучит понятие "эмоциональный интеллект". Сможет ли в ближайшие десятилетия ИИ научиться разбираться в эмоциональном состоянии людей и подстраиваться под "человеческие факторы" - актуальный вопрос.

Библиографический список

1. И.М. Макаров, В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов. Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления// М.:Наука, 2006. 334 с.

2. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей// М.:Издательский дом "Вильямс", 2001. — 287 с.: ил.

II АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА (АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, СЕТИ, ЭКОНОМИКА)

УДК 624.014:004.942

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ «SCAD OFFICE» И «ЛИРА-САПР» НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ

Титов А.М.

Научный руководитель: д-р техн. наук, доцент Столбоушкин А.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: e2661rio@mail.ru*

Рассмотрена методика выполнения расчетов на прогрессирующее разрушение в программно-вычислительных комплексах «SCAD Office» и «Ли́ра-САПР» при проектировании здания вагоноопрокидывателя. По итогам расчетов выполнен сравнительный анализ полученных результатов, описаны плюсы и минусы и даны рекомендации по выбору вычислительных комплексов.

Ключевые слова: программно-вычислительные комплексы (ПВК), «SCAD Office», «Ли́ра-САПР», прогрессирующее разрушение.

Для повышения качества расчётных обоснований проектных решений, Главгосэкспертиза России предложила в 2004 году: «...осуществлять расчёты не менее чем по двум сертифицированным, независимо разработанным и проверенным в практике программным комплексам, проводить сопоставительный анализ полученных результатов».

При проведении исследования для сравнения были выбраны ПВК «Ли́ра-САПР» и «SCAD Office» из-за их доступности, соответствия СНиП и ГОСТ, широкого распространения.

Программный комплекс «Ли́ра-САПР» предназначен для численного исследования прочности и устойчивости конструкций, автоматизированного выполнения ряда процессов конструирования. «Ли́ра-САПР» обеспечивает исследование широкого класса конструкций: массивные тела, плиты на грунтовом основании, пространственные стержневые и оболочечные системы, комбинированные системы - рамно-связевые конструкции высотных зданий.

Программный комплекс «SCAD Office» может выполнять расчет и проектирование стальных и железобетонных конструкций. В состав комплекса входят универсальная программа конечно-элементного анализа SCAD, а также ряд функционально независимых проектно-расчетных и вспомогательных программ. Программа SCAD ориентирована для расчета

сооружения в целом.

Описание работы и основные положения рассмотренных ПВК изложены в [1-3].

Цель настоящего исследования заключалась в сравнительном анализе наиболее востребованных программно-вычислительных комплексов «SCAD Office» и «Ли́ра-САПР», на примере здания вагоноопрокидывателя.

Задачи исследования. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- выполнен расчет на прогрессирующее разрушение;
- проведено сравнение работы ПВК;
- выделены плюсы и минусы в работе ПВК.

Термин *«прогрессирующее разрушение»* относится к ситуации, когда разрушение или повреждение какой-либо малой части конструкции ведет к полному или почти полному разрушению всей конструкции. Аварийные ситуации могут быть вызваны как деятельностью человека (наезды транспорта, дефекты при проектировании и строительстве), так и природными явлениями (землетрясения, ураганы).

Поскольку невозможно полностью исключить вероятность возникновения аварийных воздействий или ситуаций, то необходимо обеспечить определенную степень безопасности находящихся в зданиях людей и сохранности их имущества за счет уменьшения вероятности прогрессирующего разрушения при локальных разрушениях.

Объект исследования – здание вагоноопрокидывателя.

Предмет исследования – программно-вычислительные комплексы «SCAD Office» и «Ли́ра-САПР».

Результаты и обсуждения. Расчет на прогрессирующее разрушение в ПВК «Ли́ра-САПР» выполняется в два этапа.

Первый этап включает следующие действия:

- *статический и динамический расчеты* с целью определения напряженно-деформированного состояния конструкции в нормальных условиях эксплуатации;
- *выбор расчетных сочетаний усилий* (PCY);
- *проверка и подбор прокатных сечений* элементов стальных конструкций.

Второй этап включает следующие действия:

- *определение списка конечных элементов*, входящих во внезапно удаляемый фрагмент конструкции;
- *формирование комбинации нагрузжений*, включающей нормативные значения постоянных нагрузок и временных нагрузок (длительные части) с коэффициентом 1;
- *определение реакции в узлах*, вышедших из строя элементов, примыкающих к остальной части схемы, от проверочной комбинации нагрузок;
- полученные значения реакций добавляются в расчетную комбинацию с коэффициентом $K_f = 2$;

– *формирование новой расчетной схемы*, в которой разрушенные элементы будут неактивны;

– выполняется расчет полученной схемы на проверочную комбинацию и формирование расчетных сочетаний усилий;

– *выполняется экспертиза несущей способности элементов стальных конструкций* только с учетом первого предельного состояния. При экспертизе используется специальный коэффициент надежности по ответственности $\gamma_a=1,0$.

В ПВК «SCAD Office» помимо вышеуказанных действий в методике расчета:

– определяется группа нагрузок в которой учитывается вес обрушившихся элементов;

– в проверочную комбинацию добавляется группа нагрузок от веса обрушившихся конструкций с коэффициентом $K_g = K_f = 2$.

Район строительства соответствует V ветровому району по картам [4]. Расчетные нагрузки приняты в соответствии с [4], а материалы в соответствии с [5].

В соответствии с [6] здание вагоноопрокидывателя относится ко II-му (нормальному) уровню ответственности.

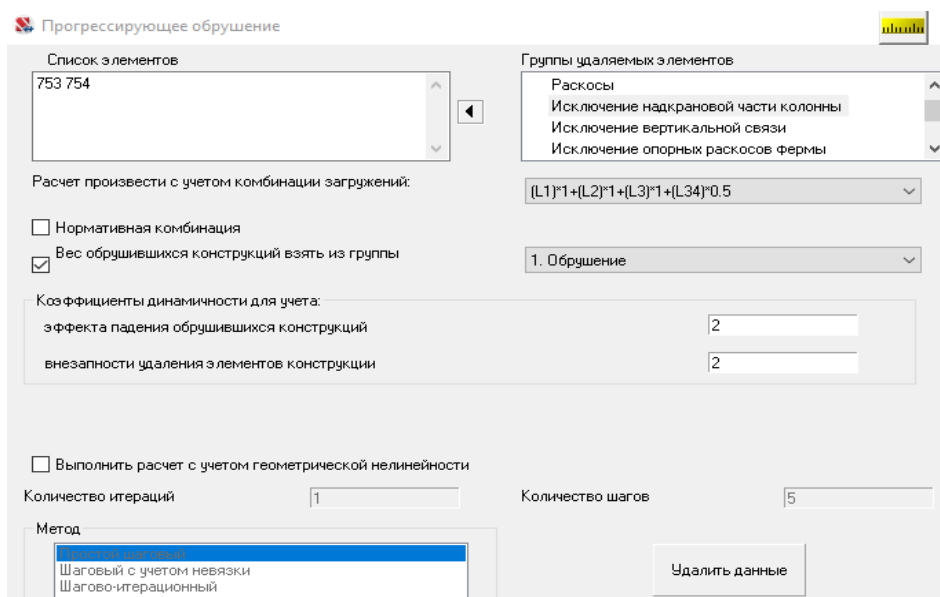


Рисунок 1 – Рабочее окно выбора параметров расчета на прогрессирующее разрушение в ПВК «SCAD Office»

В качестве проверки устойчивости каркаса здания к прогрессирующему разрушению проверяется 2 варианта:

1) *Исключение из работы части колонны здания*

Графические результаты проведенного расчета в ПВК «SCAD Office» с исключением из работы каркаса надкрановой части колонны здания (рисунок 2) показали, что прогибы элементов каркаса достаточно небольшие и коэффициент использования их несущей способности находится в пределах нормативных требований. Таким образом, каркас устойчив по отношению к прогрессирующему разрушению.

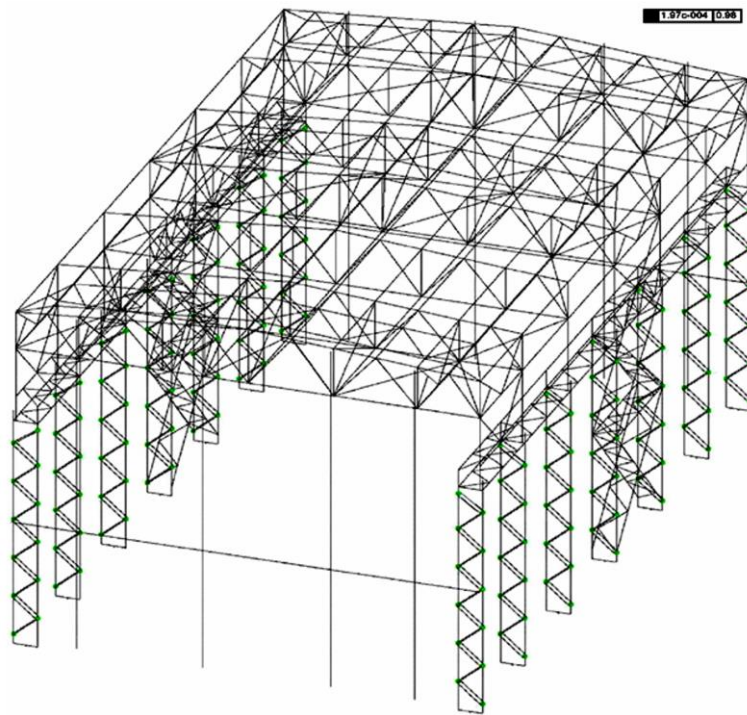


Рисунок 2 – Коэффициент использования несущей способности элементов каркаса при расчете схемы с исключенной надкрановой частью колонны в ПВК «SCAD Office»

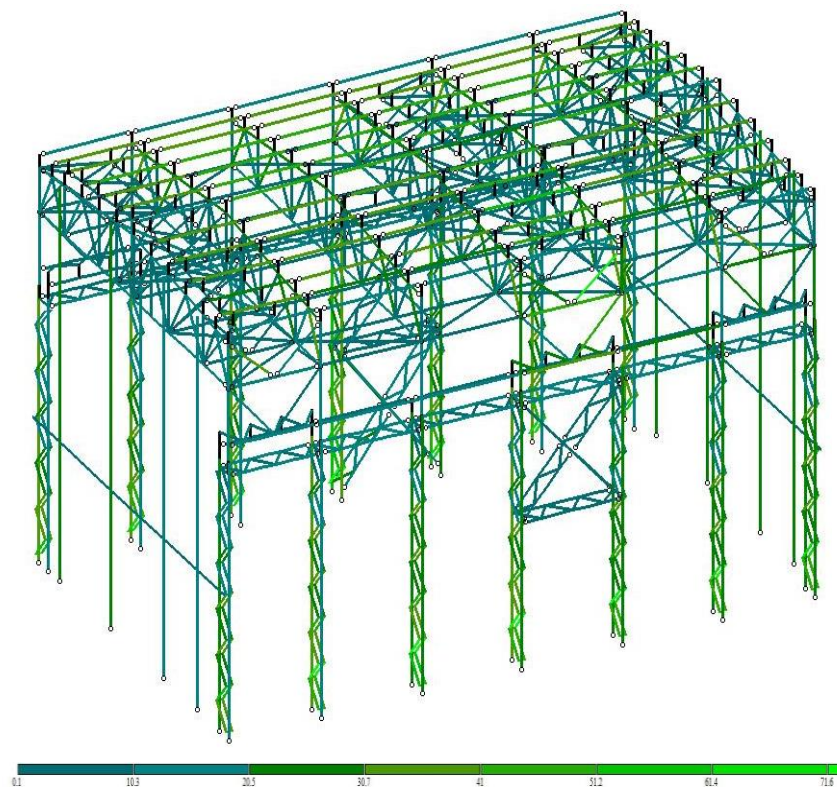


Рисунок 3 – Коэффициент использования несущей способности элементов каркаса при расчете схемы с исключенной вертикальной связью в ПВК «Лира-САПР»

2) Исключение из работы вертикальной связи

Графические результаты проведенного расчета в ПВК «Ли́ра-САПР» с исключением из работы каркаса вертикальной связи (рисунок 3) показали, что коэффициент использования несущей способности каждого элемента каркаса, прогибы в результате расчета достаточно небольшие и находятся в пределах нормативных требований. Таким образом, как и в предыдущем случае, каркас устойчив по отношению к прогрессирующему разрушению.

Заключение. Ввод «вручную» расчётной модели лучше выполнен в ПВК «Ли́ра-САПР». Большой выбор инструментов помогает быстрее набрать схему. Но с этим преимущество можно поспорить, т.к. при импорте из программы «AutoCAD» ПВК «SCAD Office» происходит корректнее, например, он сам может распознавать промежуточные узлы. Это позволяет в AutoCAD элемент - пояс выполнить одним отрезком. Чтобы импортировать в ПВК Ли́ра-САПР пространственную модель из AutoCAD потребуется тот же самый пояс разбить с учётом всех промежуточных узлов.

ПВК «SCAD Office» и «Ли́ра-САПР» имеют обширную библиотеку зарубежных и отечественных сортаментов. Процесс задания характеристик, нагрузок и связей в обоих ПВК не отличается.

Задание РСУ в данных ПВК не отличается практически. А вот комбинации нагрузки и загрузений от фрагмента схемы в случае ПВК Ли́ра-САПР надо определять после расчёта конструкции. В ПВК «SCAD Office» этот процесс организован удобнее, все параметры задать можно в разделе: «Специальные исходные данные» [7].

Результаты расчётов в ПВК «SCAD Office» и «Ли́ра-САПР» имеют незначительные, в пределах 10%, расхождения и практически сопоставимы [5].

Вывод результатов расчёта организован лучше в ПВК «SCAD Office». При получении значений нагрузок от фрагмента схемы в ПВК «Ли́ра-САПР» можно выводить результаты только в табличной форме. Если знать их расположение и номера узлов. В ПВК «SCAD Office» можно на схему вывести значения усилий и направления, что значительно упрощает анализировать результаты.

Библиографический список

1. Карпиловский В. С., Криксунов Э. З., Маляренко А. А. SCAD Office. Вычислительный комплекс SCAD. М.: Изд-во СКАД СОФТ, 2011. 656 с.
2. Гензерский Ю.В., Медведенко Д.В. [и др.]. ЛИРА - САПР 2011. Учебное пособие. К.: Электронное издание, 2011. 396с.
3. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. М.: Изд-во СКАД СОФТ, 2011. 710 с.
4. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85.
5. СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81.
6. Федеральный закон №384-ФЗ. Технический регламент о

безопасности зданий и сооружений.

7. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. М: Изд-во АСВ, 2009. 358 с.

УДК 697.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОВОГО ПУНКТА СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Минин И.Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Куценко А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет.
г. Новокузнецк, e-mail: sa2rn.crusade@mail.ru*

В статье рассматриваются вопросы исследования эффективности теплоснабжения зданий и сооружений в комплексе со способами изменения гидравлических режимов теплоносителя, обеспечения, учета и регулирования расхода тепловой энергии и теплоносителя.

Ключевые слова: теплоноситель, теплоснабжение, нагрузка, регулирование, гидравлический режим, оборудование, энергетика

Динамика развития экономики конкретной страны, региона формирует результаты постепенных изменений в обществе и природе. Именно этим условием развития общества определяется настоятельная необходимость рационального расходования энергии, снижение ее удельных затрат во всех сферах человеческой деятельности. Это направление получило название - энергосбережение.

С изменением температуры наружного воздуха количество теплоты для нужд отопления и вентиляции необходимо уменьшать или увеличивать. Потепление, то есть повышение температуры вызывает уменьшение расхода теплоты, похолодание - увеличение.

На технологические нужды и горячее водоснабжение количество теплоты меняют в течение суток и по дням недели. Для этого используют методы регулирования (Methods of regulation). Регулирование может быть центральным, местным и индивидуальным.

Центральное (Central regulation) - это регулирование подачи теплоты на ТЭЦ, в районной или производственной котельной.

Местное регулирование (Local regulation) предусматривают в тепловом пункте, а индивидуальное (Individual regulation) - около каждого отопительного прибора.

Оптимальные параметры температуры воздуха в помещении можно обеспечить только за счет индивидуального регулирования. Но исключи-

тельно индивидуальным регулированием невозможно эффективно поддерживать необходимую мощность.

Центральное регулирование применяют везде, местное - в основном при переходном режиме для существующих систем, использование индивидуального регулирования для новых систем отопления является обязательным условием. Тепловая мощность, поступающая от источника в водяную тепловую сеть, кВт, описывается уравнением:

$$Q = c_b \cdot G_b \cdot \Delta t_b \quad (1)$$

где c_b - удельная теплоемкость теплоносителя, кДж / (кг · °С);

G_b - расход теплоносителя, кг / с;

Δt_b - разность температур теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе, °С.

Подачу тепла можно регулировать, изменяя расход теплоносителя или его температуру. При изменении температуры регулирование будет качественным, а при изменении расхода - количественным. При одновременном изменении расхода и температуры - качественно-количественным.

Каждый вид регулирования имеет свои положительные и отрицательные стороны. При количественном регулировании (Quantitative regulation) можно экономить электроэнергию за счет уменьшения ее затраты при перекачке теплоносителя. Но при таком регулировании появляется возможность разрегулирования тепловой сети (deregulation of network) и абонентов, что связано с изменением расхода воды в тепловой сети.

Наибольшее распространение получило центральное качественное регулирование. При разработке режима центрального качественного регулирования строят график температур теплоносителя в зависимости от температуры наружного воздуха. На основании такого графика определяют расчетные расходы теплоносителя.

Режим центрального регулирования разрабатывают, ориентируясь на характерную тепловую нагрузку. Для других потребителей с нагрузкой, отличной от характерных параметров, осуществляют так называемое дорегулирование (с помощью местного или индивидуального регулирования).

Уравнение характеристики отопительных установок имеет вид:

$$\frac{Q'_0}{Q_0} = \frac{t_\epsilon - t_z}{t_\epsilon - t_{z,0}} = \frac{\tau_1 - t_z}{t_\epsilon - t_{z,0} + \frac{\Delta t_0}{0,2} + \frac{\Delta t_0 - 0,5 \cdot \theta_0}{\frac{G_0}{G_0}}} \quad (2)$$

где индекс 0 у температур теплоносителя обозначает расчетные значения для расчетной температуры отопления $t_{z,0}$;

τ_1 - текущее значение температуры сетевой воды в подающем трубопроводе, °С;

$\Delta t_0 = (t_{10} + \tau_{20}) / 2$ - t_{10} - температурный напор отопительного прибора в расчетном режиме, °С;

$\Delta\tau_0 = \tau_{10} - \tau_{20}$ - перепад температур (Difference of temperatures) сетевой воды для расчетного режима, °С;

$\Theta_0 = t_{10} - \tau_{20}$ - перепад температур воды в отопительной системе для расчетного режима, °С;

G_o' , G_o - текущий и расчетный расход воды на отопление, кг / с.

Относительный расход сетевой воды при количественном регулировании отопительных систем и $\tau_1 = \tau_{10} = \text{const}$

$$\frac{G_o'}{G_o} = \frac{Q_o'/Q_o}{1 + \frac{\Delta t_0}{\Delta t_0 - 0,5 \cdot \Theta_0} \cdot (1 - (Q_o'/Q_o)^n)} \quad (3)$$

где n - коэффициент, для водяных систем отопления принимается $n = 0,8$, а для воздушных - $n = 1$.

В случае использования элеватора с коэффициентом смешивания u может иметь следующий вид:

$$t_{10} = \frac{\tau_{10} + u \cdot \tau_{20}}{1 + u} \quad (4)$$

Центральное регулирование паровых сетей состоит в автоматической поддержке на постоянном уровне давления пара на выходе из источника.

Конечным этапом при разработке центрального качественного регулирования является график температур теплоносителя.

Чисто качественное регулирование предполагает, что расход теплоносителя в тепловой сети и системах отопления является постоянным. График температур теплоносителя строят на основании уравнений теплового баланса

$$Q_o = c_s \cdot G_s \cdot (\tau_1 - \tau_2) = c_s \cdot G_o \cdot (t_1 - t_2) = k_{np} \cdot F \cdot (\tau_{np} - t_s) = q_o \cdot F_s \cdot (t_s - t_{3,o}) \quad (5)$$

где G_s , G_o - расход (Expense) теплоносителя в тепловой сети и системе отопления, кг / с;

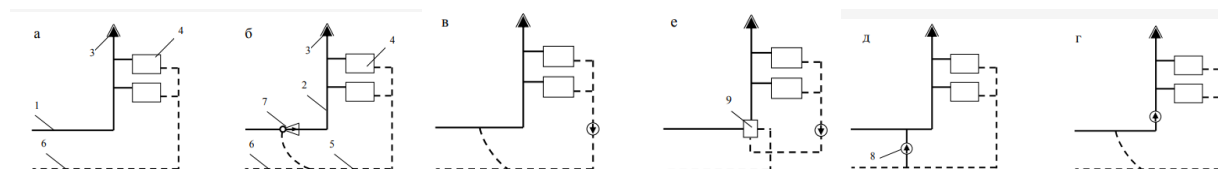
τ_1 , τ_2 - температуры в прямом и обратном трубопроводе сети, °С;

t_1 , t_2 - температура теплоносителя в прямом и обратном трубопроводе системы отопления, °С;

k_{np} - коэффициент теплопередачи отопительного прибора, Вт / (м² · К);

F - поверхность отопительного прибора, м².

Для водяных систем отопления коэффициент теплопередачи отопительных приборов меняется с изменением температуры воды. Текущие значения температуры воды для любого регулирования водных систем отопления при зависимой схеме подключения к тепловым сетям можно наглядно увидеть на следующих видах (рисунки 1 а, б, в, г, д).



а, б, в, г, д - зависимые схемы без элеватора, с элеватором, с насосом на перемычке, с насосом на подающем трубопроводе, с насосом на обратном трубопроводе соответственно; е - независимая схема; 1, 2 - подающий трубопровод тепловой сети и системы отопления соответственно; 3 - устройство для удаления воздуха; 4 - отопительные приборы; 5, 6 - обратные трубопроводы системы отопления и тепловой сети соответственно; 7 - элеватор; 8 - циркуляционный насос; 9 - водяной теплообменник

Рисунок 1 - Принципиальные схемы подключения систем отопления к водяным тепловым сетям

Данные схемы подключения определяются по зависимостям:

$$\tau_1 = t_{в,п} + \Delta t_o \cdot \left(\frac{Q'_o}{Q_o}\right)^{0.8} + (\Delta\tau_o - 0,5 \cdot \theta_o) \cdot \left(\frac{Q'_o}{Q_o}\right) / \left(\frac{G'_o}{G_o}\right) \quad (6)$$

$$\tau_2 = t_{в,п} + \Delta t_o \cdot \left(\frac{Q'_o}{Q_o}\right)^{0.8} - 0,5 \cdot \theta_o \cdot \left(\frac{Q'_o}{Q_o}\right) / \left(\frac{G'_o}{G_o}\right) \quad (7)$$

$$\tau_1 = t_{в,п} + \Delta t_o \cdot \left(\frac{Q'_o}{Q_o}\right)^{0.8} + 0,5 \cdot \theta_o \cdot \left(\frac{Q'_o}{Q_o}\right) / \left(\frac{G'_o}{G_o}\right) \quad (8)$$

Для воздушных систем отопления текущие значения температур сетевой воды определяются по формулам:

$$\tau_1 = t_{в} + (\tau_{10} - t_{в}) \cdot \frac{t_{в} - t_3}{t_{в} - t_{3,0}} \quad (9)$$

$$\tau_2 = t_{в} + (\tau_{20} - t_{в}) \cdot \frac{t_{в} - t_3}{t_{в} - t_{3,0}} \quad (10)$$

Так, чтобы нагреть воду для горячего водоснабжения до 60 ° С температура теплоносителя должна быть не ниже 70 ° С.

Для открытых тепловых сетей наименьшая температура теплоносителя в подающем трубопроводе составляет 60 ° С. С учетом нагрузки горячего водоснабжения, температурный график центрального качественного регулирования открытой тепловой сети по отопительной нагрузке имеет вид, представленный на рис. 2.

При температурах наружного воздуха выше t_3 центральное качественное регулирование применить нельзя, так как для отопления нужно было бы уменьшить температуру теплоносителя (пунктирная линия), а для горячего водоснабжения ее уменьшать нельзя. В диапазоне температур от + 8 ° С до t_3 применяют местное количественное регулирование отопительной нагрузки за счет изменения расхода теплоносителя.

Температура наружного воздуха t_3 является характерной температурой, при которой режим местного количественного регулирования отопительной нагрузки заменяют центральным качественным.

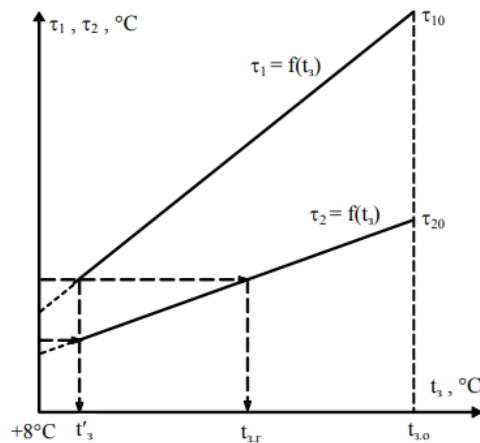


Рисунок 2 - График температур теплоносителя при центральном качественном регулировании открытой тепловой сети по отопительной нагрузке

Для открытой тепловой сети (The opened thermal network) существует еще одна характерная температура наружного воздуха $t_{н.в.}$ при температуре ниже $t_{н.в.}$ воду на горячее водоснабжение берут только из обратного трубопровода. Из прямого трубопровода воду для этих целей забирают при температурах наружного воздуха от $+8\text{ C}$ до t_3 . В диапазоне температур от t_3 к $t_{н.в.}$ воду готовят, смешивая воду из подающего трубопровода и из обратного.

Итак, расход теплоносителя для отдельных потребителей зависит от температуры наружного воздуха и принятого режима регулирования. При проектировании и определении расхода для отопления, вентиляции, горячего водоснабжения или технологии принимают наибольшее значение. Определяемый расход теплоносителя для тепловой сети представляет собой сумму расходов для всех потребителей.

Библиографический список:

1. Крупнов Б.А. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха / Б.А. Крупнов, Н.С. Шарафадиев - Москва – Вена: «HERZ Armaturen G.m.b.H», 2018. – 220 с.
2. Кукушкин В.И. Малая энергетика: состояние и перспективы развития / В.И. Кукушкин, А.С. Левенко. – Д.: АРТ-ПРЕСС, 2015. – 100 с.
3. Проектирование тепловых пунктов. СП 41 – 101 -95. – Москва: Госстрой России – 1999 г –66 с.
4. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети,- М.: Издательский дом МЭИ, 2009.- 472 с.

ЗДАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА В Г.НОВОКУЗНЕЦКЕ

Овчинникова Е.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: elena.ovchinnikova98@yandex.com*

В статье рассматриваются особенности проектирования здания механосборочного цеха в г. Новокузнецк с учётом объёмно-планировочных и архитектурно-строительных решений.

Ключевые слова: смешанный каркас, армирование, оптимизация вариантов решения покрытий.

Проект предусматривает строительство промышленного здания в г. Новокузнецке.

Механосборочный цех представляет собой многопролётное здание прямоугольной формы. Здание одноэтажное имеет три пролёта. Размеры в плане 72×72 м.

По объёмно – планировочному решению здание представляет собой схему ячейкового типа с тремя параллельными пролётами по $L = 24$ м. Шаг колонн по наружным и по внутренним осям 6,0 м. Высота от чистого пола до низа несущих стропильных конструкций равна $H = 10,8$ м.

По типу подъёмно – транспортного оборудования данное промышленное предприятие относят к крановым (с мостовыми кранами).

Внутрицеховой транспорт – мостовые электрические краны, по два крана в пролёте, также используются передаточные тележки (для перемещения груза из пролёта в пролёт). Грузоподъёмность кранов составляет $Q = 200$ кН.

В состав цеха входят: отделение сборки и разборки, отдел ремонта электроприборов, отдел ремонта отдельных агрегатов, сварочное отделение, окрасочное отделение и склад комплектующих запчастей. Для комфортной работы в цехе в среднем пролёте установлен световой фонарь.

Для эвакуации людей в здании предусмотрены распашные двухпольные ворота $3 \times 3,6$ м.

Кровля здания обеспечена внутренним водостоком.

Здание отапливаемое, с естественным освещением. Для строительства выбран прямоугольный участок. Зона предприятия производственная.

На площадке располагается производственное здание, АБК и сторожевые будки.

Административно – бытовой корпус соединяется с производственным зданием проходом длиной 10 м и шириной 3 м, проходящим через 2 этаж АБК. В административно – бытовом корпусе расположен медпункт, столовая, раздевалки, мойки.

На территории предприятия предусмотрено декоративное озеленение

деревьями и кустарниками.

За основу расчёта были приняты сравнительные характеристики по ценам на стропильные фермы методом оптимизации. Цель оптимизации конструкций - получение наибольшего экономического эффекта при полном удовлетворении технологических требований к зданию и обеспечении достаточной его надёжности.

Наиболее эффективный путь оптимизации каркасов зданий - это выбор рациональной конструктивной схемы, возможной для проектируемого объекта.

Самым оптимальным вариантом оказался вариант для стальной стропильной фермы, поэтому был выбран каркас смешанного типа.

Расчётная схема колонны представляет собой стойку переменного сечения по высоте, жёстко защемленную в стакане фундамента и шарнирно-сопряженную с ригелем поперечной рамы одноэтажного промышленного здания. С помощью расчётной программы JVK были вычислены комбинации сочетаний нагрузок для сечений в колонне. Так как в надкрановой части колонны моменты получены разными по знаку, то применено симметричное армирование. Колонна изготовлена из бетона класса В25, арматура стержневая, классов А400 и А240.

На основе инженерно-геологического разреза выбран грунт основания, которым является суглинок, а так же рассчитана глубина заложения фундамента – 1,45 м от планировочной отметки уровня земли. Фундамент выбран монолитный на естественном основании по конструктивному решению, экономических показателей и за счёт особенностей состава грунта. Определена ширина и длина фундамента: 2,1 × 2,7 м. Произведен расчет осадки фундамента, который произведен по методу послойного суммирования, в результате чего определено, что осадка не превышает предельно допустимого значения. Армирование по подошве выполняется расчётом на изгиб по нормальным сечениям. Содержание арматуры обеспечивает минимально допустимый процент армирования в изгибаемых элементах. Фундамент выполнен из тяжёлого бетона класса В15, арматура стержневая, классов А400 и А240.

Разработан календарный график производства общестроительных и специальных видов работ. Общая продолжительность строительства составила 9 месяцев. При разработке сетевого графика табличным методом строительство сократилось на 1,5 месяца. Т.е. есть вероятность того, что строительство составит 7,5 месяцев. Максимальное количество рабочих в смену составило 72 человека.

Разработан строительный генеральный план строительства с указанием временных внутрипостроечных дорог, временных административно-бытовых помещений, площадок для складирования строительных материалов и конструкций, подвод временных коммуникаций, опасных зон и зон ограждения работы крана.

На данный объект выполнена сметная документация в составе сводного сметного расчета, объектной сметы и локальных сметных расчетов на общестроительные и специальные виды работ. Сметная документация составлена в

нормах и ценах, введенных в действие с 2020 года по территориальным единым расценкам с учетом местных поправочных коэффициентов. Полная сметная стоимость строительства объекта составила 237,4 млн рублей.

В проекте предусмотрены вредные факторы строительного производства и эксплуатируемой строительной техники влияющие на окружающую среду, а так же пути позволяющие их ликвидировать, или снизить до минимума. Рассмотрены действия при чрезвычайных ситуациях.

Библиографический список

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. – М., 2016. 34с.
2. Трепененков Р.И. Альбом чертежей. Конструкций и детали промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1980. - 285с
3. Бондаренко В.М., Судницын А.И. Расчёт строительных конструкций. Железобетонные и каменные конструкции. М.: Стройиздат, 1984. – 76с
4. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учеб. для вузов /В.Н. Байков, Э. Е. Сигалов. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
5. Волостных А.А., Алешина Е.А. Особенности проектирования здания кузнечно-штамповочного цеха в г. Новокузнецке // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-18 мая 2017 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 21. – Ч. 5 : Технические науки. – 390 с. – С. 274-276.
6. Бачаева А.Н., Алешина Е.А. Особенности проектирования железобетонных колонн промышленных зданий с учетом конструктивных решений // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире : сборник статей Международной научно-практической конференции (15 мая 2017 г., г. Екатеринбург). В 4 ч. Ч.2 / - Уфа : АЭТЕРНА, 2017. – 258 с. – С. 8-11.
7. Арсеньев С.В. и др. Конструктивное решение покрытия здания ремонтного цеха с закрытой автостоянкой для автобусов в городе Киселевске // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 1-3 июня 2016 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 20. – Ч. 5 : Технические науки. – С. 105-107.
8. Алешин Н.Д. и др. Проектирование конструкций цеха ремонта металлургического оборудования в городе Гурьевске с использованием информационных технологий // Эффективные строительные конструкции: теория и практика : сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 6-8.
9. Овчинникова Е.В., Алешина Е.А. Ремонтные мастерские автотранспортного предприятия в г. Новокузнецке // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды регион. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2005. – С.128 – 131.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Сабельфельд Т.В., Жданов Л.Е.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: sabelfeldtv-777@mail.ru*

В данной статье представлены результаты применения методов оптимизации различных конструктивных решений покрытия одноэтажного промышленного здания.

Целью данной работы является продемонстрировать преимущества использования методов оптимизации конструктивных решений на примере проектирования покрытия для производственного цеха по ремонту стальных конструкций в г. Барнаул.

Ключевые слова: сравнительный анализ, промышленное здание, железобетонные конструкции, стропильные фермы, методы оптимизации, технико-экономические показатели.

Несмотря на разнообразие методов и способов оптимизации проблема подбора наилучшего варианта конструктивного решения для промышленных зданий в соответствии с технико-экономическими показателями остается актуальной и в настоящее время.

Новизна работы заключается в применении новейших методов оптимизации, основанных на современных методах определения технико-экономических показателей.

Оптимизация строительных конструкций – это проектирование конструкций с заранее заданными наилучшими свойствами:

- минимальный расход материалов;
- минимальная трудоемкость при изготовлении, транспортировке и монтаже;
- минимальная стоимость материалов, труда, транспортировки и монтажа.

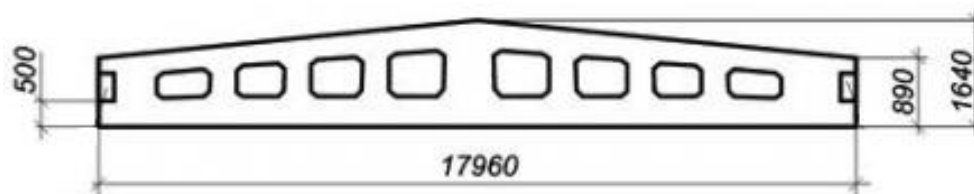
В процессе оптимизации эти свойства принято называть критериями качества. Критерий качества, по которому производят оптимизацию, называют целевой функцией.

В настоящее время разработаны несколько методов оптимизации строительных конструкций, которые подразделяются на две группы: линейное и нелинейное программирование. К линейному методу программирования относятся симплекс-метод и метод геометрического программирования. К нелинейному: метод простого перебора вариантов,

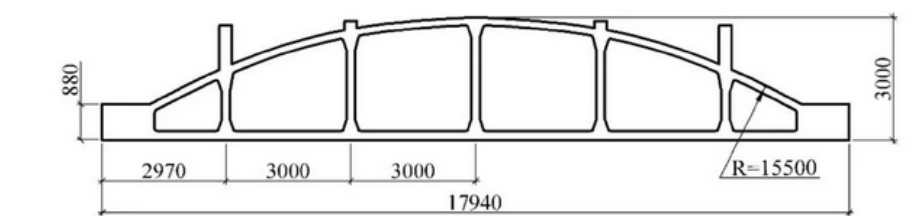
упорядоченный перебор вариантов, метод динамического программирования, аналитический метод.

В данной работе используется метод простого перебора вариантов, так как количество исходных вариантов невелико.

На первом этапе в качестве несущей стропильной конструкции выбраны железобетонные балка и ферма. На втором этапе подобраны эти конструкции из существующих типовых серий [1]. На третьем этапе в результате анализа выбраны решетчатая балка (рисунок 1а) и безраскосная арочная ферма с криволинейным очертанием верхнего пояса (рисунок 1б).



а – железобетонная двухскатная решетчатая балка



б – железобетонная безраскосная ферма

Рисунок 1 – Варианты стропильной конструкции цеха

При выборе оптимального конструктивного решения покрытия в качестве целевой функции приняты приведенные затраты. Расчет производится на одну ячейку покрытия. Характеристики проектируемого промышленного здания:

- количество этажей: одноэтажное;
- количество пролетов: три;
- размеры в плане: 120х54 метра;
- размер ячейки: 12х18 метров;
- конструктивная система здания – каркасная, пролётного типа, выполненная по рамно-связевой схеме. В конструкции покрытия среднего пролета расположены светоаэрационные фонари;
- материала каркаса: железобетон;
- шаг колонн по наружным и внутренним осям: 12 метров;
- высота от чистого пола до низа несущих стропильных конструкций 10,8 м;
- в оси 6 предусматривается температурный шов со сбивкой колонн по 500 мм от оси;
- каждый пролет содержит по два мостовых крана грузоподъемностью 10 т;
- поперечная рама состоит из стоек (колонн), жёстко заделанных в фун-

дамент. Соединение колонн со стропильными конструкциями шарнирное;

- в продольном направлении жесткость обеспечивается постановкой вертикальных крестовых связей, конструкциями подкрановых балок и жестким диском покрытия;

- жесткость каркаса в поперечном направлении обеспечивается жестким защемлением колонн в фундаментах;

- срок эксплуатации – не менее 50 лет.

Железобетонный каркас состоит из следующих элементов: фундамент, фундаментные балки, колонны, подкрановые балки, стропильные конструкции (фермы либо балки), стеновые панели, плиты покрытия.

Приведенные затраты на одну ячейку покрытия определяются по формуле:

$$П = C_d + E_n \cdot K + И,$$

где C_d – себестоимость конструкции «в деле», руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, равный 0,12;

K – капитальные вложения в предприятия по производству конструкций, руб./год;

$И$ – эксплуатационные затраты, руб.

Себестоимость конструкции «в деле» включает в себя: отпускную цену конструкции, стоимость транспортировки (включая стоимость погрузочных и разгрузочных работ), стоимость монтажа, заготовительно-складские расходы, зимнее удорожание работ и накладные расходы строительной организации.

Капитальные вложения зависят от расхода материалов и рассчитываются на ячейку покрытия.

Эксплуатационные затраты рассчитываются на срок службы здания и складываются из затрат на амортизацию (капитальный ремонт) и текущий ремонт.

В результате выполненных расчетов и последующего сравнительного анализа выяснилось, что применение безраскосной арочной фермы целесообразнее, чем двухскатной решетчатой балки. Экономический эффект составляет 7,2 %. Конструктивная схема поперечной рамы здания представлена на рисунке 2.

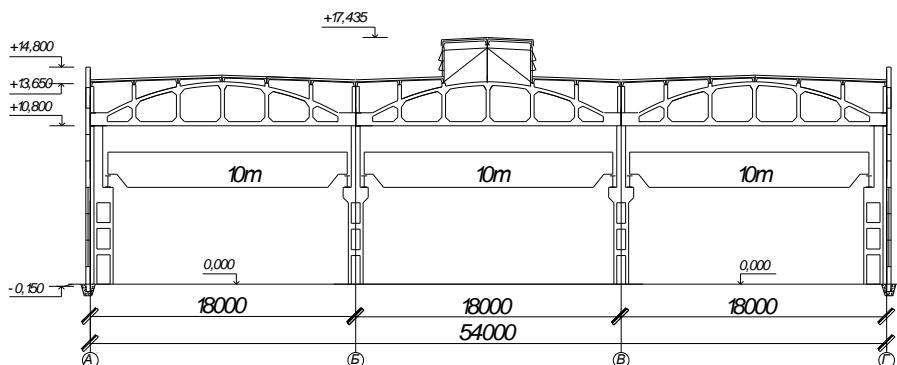


Рисунок 2 – Конструктивная схема поперечной рамы здания

Библиографический список

1. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. М.: Архитектура-С, 2005. 168 с.
2. Волостных А.А., Алешина Е.А. Особенности проектирования здания кузнечно-штамповочного цеха в г. Новокузнецке // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-18 мая 2017 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 21. – Ч. 5 : Технические науки. – 390 с. – С. 274-276.
3. Чичанкин А.С., Алешина Е.А. Сравнение вариантов и снижение стоимости конструкций покрытий // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды регион. науч. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 2002. – С. 370 – 371.
4. Руденко Е.Г. и др. Вариантное проектирование – один из путей получения экономичного конструктивного решения покрытия // Студент и научно-технический прогресс : тезисы докладов студенческой науч.-техн. конф. / Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : СибГИУ, 1997. – С. 131.

УДК 691.328.1

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Громенко А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.

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

В статье представлены результаты обзора научных достижений в сфере железобетонных конструкций за последние 10 лет. Выделены несколько перспективных направлений развития железобетона.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, бетонная смесь, саможизнеспособный бетон, композитная арматура, оптимизация топологии, устойчивое развитие.

Железобетонные конструкции кажутся большинству людей достаточно консервативной сферой строительства. Вокруг нас одинаковые по технологии постройки, одинаковая песчано-цементная смесь, усиленная стальной арматурой. Однако, в настоящее время ведутся перспективные разработки, которые изменят наше представление об индустрии железобетона.

1. Улучшение свойств бетона.

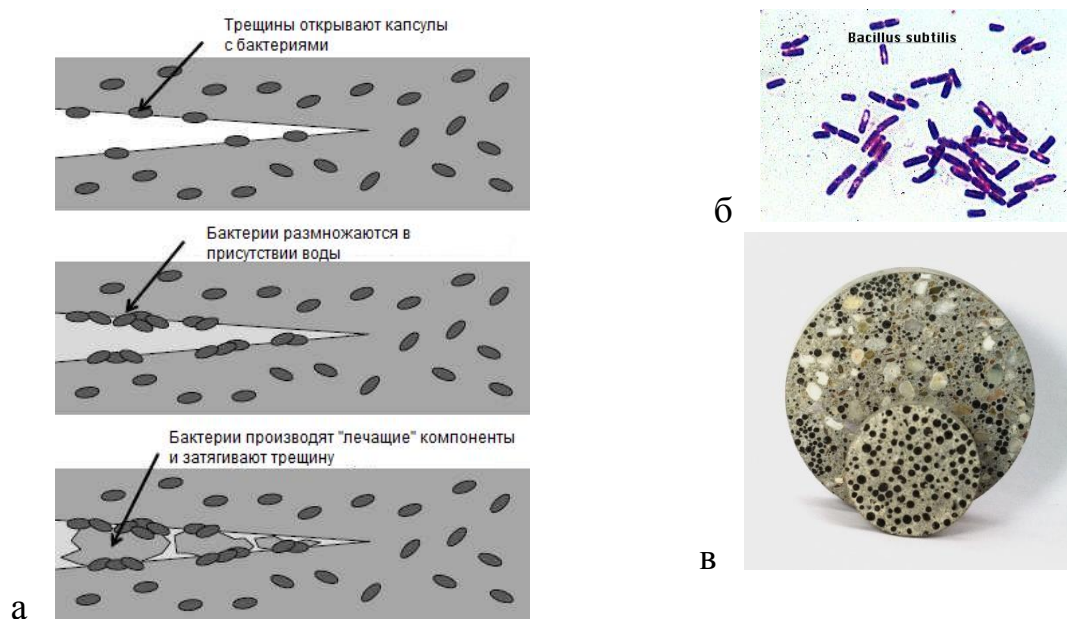
В бетонных смесях в настоящее время работают либо над улучшением различных добавок, либо над улучшением компонентов смеси, и очень редко над соотношением состава смеси.

В последние 5 лет набирают популярность высокопрочные бетоны [1],

которые получают из обычных путём добавки суперпластификаторов и минерального микропорошка из кремнезёма или силикатов.

Суперпластификатор повышает текучесть смеси, а микропорошок заполняет пустоты между более крупными зёрнами цемента и песка. В результате выстраивания такого сочетания в плотную матрицу появляется возможность значительно снизить количество воды, повысить плотность и увеличить прочность бетона. Сочетание гиперпластификаторов с микрокремнезёмом, каменной мукой или золой позволили поднять уровень прочности на сжатие до 150-200 МПа [1]. Однако значительное повышение прочности ведёт к интенсивному возрастанию хрупкости и риску внезапного разрушения конструкций при чрезвычайных происшествиях.

Интересной разработкой является так называемый «самозаживляемый бетон» [2]. По сути это добавка из высушенных бактерий, покрытых лактатом кальция. Когда в конструкции образуются трещины, и через них до бактерий добирается вода, бактерии пробуждаются из безводной спячки, и, потребляя лактат кальция, выделяют известковый шпат, закрывающий трещины (рисунок 1). Также эти бактерии можно применять для заделки микротрещин уже построенных конструкций, просто распылив по поверхности. Этот способ был разработан нидерландской фирмой Basilisk в 2016 году и уже применяется в очень малых масштабах [3] в Нидерландах и Великобритании.



а – схема «заживления»; б – капсулы с бактериями; в - бетон

Рисунок 1 – Самозаживляемый бетон

В зелёном свете тенденции на экологию становятся популярными исследования с добавлением уже использованных материалов. Приведу лишь малую часть таких исследований в качестве примера.

В США [4] и Индонезии [5] в 2016 году проводили исследования, в котором чистую воду в бетоне заменяли непригодной для питья обработанной

водой из различных стоков. Большинство используемых жидких отходов, вопреки ожиданиям, повышает прочность бетона по сравнению с бетоном из питьевой воды, но снижает его усадку.

В Австралии в 2018 провели исследование [6], в котором в бетон добавили измельчённые покрышки от колёс с целью уменьшения его хрупкости. В результате такой прорезиненный бетон действительно образует меньше трещин в процессе эксплуатации.

На замену традиционному портландцементу с 2015 используют смесь жидкого стекла, золы и гидроксида калия. Бетон на основе такой смеси называют геополимерным бетоном, т.к. все его компоненты имеют меньший углеродный след, чем портландцемент. Он прочнее [7], чем портландцементные смеси, однако является очень едким, поэтому его использование связано с рисками для здоровья [8].

2. Улучшение свойств арматуры.

Подавляющее большинство исследований арматуры лежит в изобретении новых материалов, которые могут использоваться вместо стали.

Основная группа материалов называется композитная арматура, прямой перевод английского термина – это «усиленная нитями пластиковая арматура». Она выполняется из стеклянных, базальтовых, углеродных или арамидных нитей, вымоченных в пластиковом связующем. Композитная арматура уже сейчас широко используется на западе и начинает применяться в России.

Она более прочна [9], устойчива к высоким и низким температурам, не подвержена коррозии, является немагнитным диэлектриком, но её сложнее использовать из-за того, что она не подвержена сварке и сгибам. Для неё также требуются особенные крепления (рисунок 2), и её модуль упругости в разы меньше модули упругости стали [10].



Рисунок 2 – Каркас из композитной арматуры

Однако, улучшение составляющих железобетона – это не единственное направление, в котором способна идти наука. Очень важно не только «ЧТО» применять, но и «КАК» применять.

3. Оптимизация формы конструкций.

В традиционных параллелепипедных формах не весь материал работает на сто процентов. Методом оптимизации топологии возможно удалить этот нерабочий материал, облегчая конструкцию при сохранении прочности (и этот метод используют не только для железобетонных конструкций).

Вместе с этой технологией в бетонных конструкциях используют 3D печать. Вручную изготовить опалубки таких сложных форм очень трудоёмко [11], в отличие от их печати на принтере. На принтерах печатают бетонные мосты [13], фермы [14], панели [15]. В настоящее время уже существуют принтеры, которые печатают малоэтажные здания практически целиком, только для монтажа перекрытий и покрытий нужны люди [16]. В Мексике в 2020 году на основе этой технологии была построена небольшая деревня, и уже сейчас в таких домах живут люди [17].

Заключение.

Несмотря на то, что железобетон используют уже больше 150 лет, он не потерял своей актуальности. Напротив, новые разработки позволяют нам утверждать, что этот материал будет являться востребованным на строительном рынке будущего в связи с огромным количеством возможностей для реализации самых невероятных архитектурных задумок.

Библиографический список

1. Окольников Г.Э. Перспективы развития железобетонных конструкций из высокопрочных бетонов [Электронный ресурс] / Окольников Г.Э., Хамракулов Р.А., Сулов Ю.В. - Системные технологии №18-2016. - С. 7-16. -URL: [.https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-zhelezobetonnih-konstruktsiy-iz-vysokoprochnyh-betonov](https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-zhelezobetonnih-konstruktsiy-iz-vysokoprochnyh-betonov).
2. S.Dinesh. A Review on Bacteria -Based Self-Healing Concrete [Электронный ресурс] / S.Dinesh, R.Shanmugapriyan, S.T.Namitha Sheen. - Imperial Journal of Interdisciplinary Research Vol-3, Issue1, 2017. - Pg. 1023-1026. - URL: https://www.researchgate.net/publication/311843815_A_Review_on_Bacteria_-_Based_Self-Healing_Concrete.
3. Projects – Basilisk [Электронный ресурс] / - URL: [https:// www. basiliskconcrete.com/en/projects/](https://www.basiliskconcrete.com/en/projects/).
4. Harshit Varshney. Sustainable use of different wastewater in concrete construction: A review [Электронный ресурс] / Harshit Varshney, Rizwan Ahmad Khan, Iqbal Khaleel Khan. - Journal of Building Engineering Vol-41, 2021. - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352710221002692>.
5. Ayoup M. Ghrair. Domestic Wastewater Reuse in Concrete Using Bench-Scale Testing and Full-Scale Implementation [Электронный ресурс] / Ayoup M. Ghrair, Othman Al-Mashaqbeh. - Water Vol. 8(9), 2016. - URL: <https://www.mdpi.com/2073-4441/8/9/366/htm>.
6. Julie Mills. Crumbed Rubber Concrete: A Promising Material for Sustainable Construction [Электронный ресурс] / Julie Mills, Rebecca Gravina, Yan Zhuge, Xing Ma, Bill Skinner. - Engineering and Tech, 2018. - URL: <https://www.scientia.global/crumbed-rubber-concrete-a-promising-material-for-sustainable-construction/>.
7. Nuroji. The Comparison of Bond Strength between Geopolymer Concrete and OPC Concrete for Plain Reinforcing Bars [Электронный ресурс] / Nuroji, Daniel Herdian Primadyas, Ilham Nurhuda, Muslikh. - MATEC Web of Con-

ferences Vol-159, 2018. - URL: https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/abs/2018/18/mateconf_ijcaet-isampe2018_01017/mateconf_ijcaet-isampe2018_01017.html.

8. Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah. Comparison of Geopolymer Fly Ash and Ordinary Portland Cement to the Strength of Concrete [Электронный ресурс] / Mohd Mustafa Al Bakri Abdullah, Mohammed Binhussain, Khairul Nizar, Zarina Yahya, H. Kamarudin, Rafiza Abdul Razak. - Journal of Computational and Theoretical Nanoscience Vol. 19(12), 2013. - URL: https://www.researchgate.net/publication/272138090_Comparison_of_Geopolymer_Fly_Ash_and_Ordinary_Portland_Cement_to_the_Strength_of_Concrete%20of%20material.

9. Alan Richardson. Fibre reinforced polymer and steel rebar comparative performance [Электронный ресурс] / Alan Richardson, Paula Drew. - Structural Survey 29(1), 2011. - URL: https://www.researchgate.net/publication/235281913_Fibre_reinforced_polymer_and_steel_rebar_comparative_performance.

10. Plyush K. Dutta. Composite Grids for Reinforcement of Concrete Structures [Электронный ресурс] / Plyush K. Dutta, Stephen W. W Tsai, David Jensen, Hayes, John R., Jr, David M. Bailey. - USACERL Technical Report Vol-98/81, 1998. - URL: https://www.researchgate.net/publication/235128374_Composite_Grids_for_Reinforcement_of_Concrete_Structures.

11. Costantino Menna. Opportunities and challenges for structural engineering of digitally fabricated concrete [Электронный ресурс] / Costantino Menna, Jaime Mata-Falcón, Freek P. Bos, Gieljan Vantighem, Liberato Ferrara, Domenico Asprone, Theo Salet, Walter Kaufmann, - Cement and Concrete Research Vol-133, 2020. - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0008884620300958>.

12. Gieljan Vantighem. 3D concrete printing of a topology-optimized bridge [Электронный ресурс] / Gieljan Vantighem, Wouter De Corte, Ticho Ooms, Emad Shakour. - Conference: 2nd RILEM International Conference on Concrete and Digital Fabrication, 2020. - URL: https://www.researchgate.net/publication/343391368_3D-Printed_Concrete_Bridge_Designed_by_Topology_Optimization.

13. Gieljan Vantighem. 3D printing of a post-tensioned concrete girder designed by topology optimization [Электронный ресурс] / Gieljan Vantighem, Wouter De Corte, Emad Shakour, Oded Amir. - Automation in Construction Vol-112, 2020. - URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926580519305096?via%3Dihub>.

14. Andrei Jipa. 3D- Printed Stay- in- Place Formwork for Topologically Optimized Concrete Slabs [Электронный ресурс] / Andrei Jipa, Mathias Bernhard, Mania Meibodi, Benjamin Dillenburger. - Conference: TxA Emerging Design + Technology Vol-3, 2016. - URL: https://www.researchgate.net/publication/327793571_3D-Printed_Stay-in-Place_Formwork_for_Topologically_Optimized_Concrete_Slabs.

15. Europe's largest 3D-printer just made its first two-story house [Электронный ресурс] / Jesse Orrall, 2020. // cnet [сайт]. - URL: <https://www.cnet>.

com/news/europes-largest-3d-printer-just-made-its-first-two-story-house/.

16. The world's first affordable 3D printed village pops-up in Mexico [Электронный ресурс] / THE SPACES TEAM, 2017. // The Spaces [сайт]. - URL: <https://thespaces.com/the-worlds-first-affordable-3d-printed-village-pops-up-in-mexico/>.

УДК 69.059.623

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ДЕМОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ

Зотин Е.Д.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nado-eli.s.logi-nom@yandex.ru*

В данной статье приведены методы осуществления демонтажа строительных конструкций, рассмотрены особенности каждого из них. В процессе работы было произведено обследование и оценка технического состояния строительных конструкций недостроенных зданий комплекса городской многопрофильной больницы, в г. Междуреченске. При обнаружении дефектов в конструкциях здания было принято решение произвести их демонтаж.

Ключевые слова: обследование, демонтаж, строительные конструкции, дефект, проект организации работ.

Под демонтажом подразумевается ликвидация здания (сооружения) путем разборки сборных и обрушения монолитных конструкций, с предварительным демонтажом технических систем и элементов отделки. Поводом для осуществления его служат: аварийное состояние объекта, износ конструкций, решение владельца объекта и др. [1].

Процесс демонтажа сопровождается большими рисками, особенно для стесненных городских условий. При сносе могут возникнуть ряд опасностей как для самих рабочих, так и для окружающей застройки и местных жителей. Во избежание и сведения к минимуму подобных рисков разрабатывается ПОР.

Проект организации работ (ПОР) - основной организационный документ при демонтаже (сносе) зданий и сооружений. В нем содержатся требования и меры по обеспечению безопасности работающих, населения и окружающей среды, устанавливается метод демонтажа (сноса), общая последовательность и порядок работ. В ПОР включены наиболее прогрессивные методы и способы работ, с применением высокопроизводительных машин, способствующие сокращению сроков и стоимости работ [2].

Различают несколько методов сноса (демонтажа) зданий и сооружений (таблица 1).

Таблица 1 – Методы демонтажа зданий и сооружений

Метод демонтажа	Характеристика метода
Ручной	Разборка строения вручную с использованием инструментов и несложных устройств. Применяется в случае небольшого объема работ. Ручная работа требует привлечения большого количества специалистов и значительных временных затрат. Однако конечный результат будет отличаться высокой точностью, отсутствием существенного шума и пыли во время работы [3].
Механический	Валка конструкций зданий, сооружений экскаватором с различным навесным оборудованием - клин-молотом или шар-молотом. Разбивка уцелевших конструкций на части может осуществляться отбойными молотками. Подобный метод демонтажа зданий является наиболее распространенным. Его применяют для разборки жилых домов, построек административного, хозяйственного и производственного назначения. В работе используются гусеничные экскаваторы различного типа и размера. Применение длинной стрелы дает возможность производить демонтаж сооружений, высота которых эквивалентна высоте 20-этажного дома [3].
Взрывной	Выполняются для разрушения или дробления каменных, бетонных и железобетонных конструкций. Разрушение фундаментов взрывом осуществляется как на открытых строительных площадках, так и внутри помещений. Обрушение зданий или сооружений на основании состоит в образовании развала высотой, не превышающей 1/3 высоты объекта. Обрушение производится зарядами в шпурах, размещаемых с внутренней стороны здания в два ряда в шахматном порядке. Диаметр шпуров составляет от 40 до 60 мм, а глубина - 2/3 толщины стены. [3].
Специальный	К данному методу относятся: гидровзрывной, термический, электрогидравлический и способ гидрораскалывания. <ul style="list-style-type: none"> • Гидровзрывной способ - для разрушения конструкций коробчатой формы, резервуаров, а также каменных, бетонных и железобетонных конструкций. Отличается от взрывного способа тем, что свободные

Продолжение таблицы 1

Метод демонтажа	Характеристика метода
	<p>пространства шпуров заполняются водой или глинистым раствором.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Термический способ подразумевает плавление бетона продуктами сгорания железа в струе кислорода, поступающего в сгораемую трубу в количестве, достаточном для горения и выноса шлака из прорезаемой конструкции. Метод эффективен при разрушении монолитных бетонных и железобетонных конструкций. • Электрогидравлический способ применяется для разрушения монолитных бетонных и каменных массивов, бутобетонной и каменной кладки. Характеризуется отсутствием взрывной волны и разлета осколков, что безопасно для работающих людей и оборудования. <p>Способ гидрораскалывания - для разрушения монолитных бетонных и кирпичных конструкций в стесненных условиях. Метод основан на применении гидравлических раскалывателей (клиновые устройства с гидроцилиндрами). Разрушение конструкции происходит бесшумно и без разлета кусков и осколков. Применяется в случаях, когда использование только ручного труда или только спецтехники невозможно [3].</p>
Комбинированный	<p>Тяжелое оборудование используется для захвата, удержания и переноса объектов, которые могут весить несколько тонн, а ручная работа нужна для того, чтобы выполнить поставленные задачи в труднодоступных местах, куда даже современная техника проникнуть не сможет.</p> <p>Как правило, комбинированный демонтаж зданий отличается наибольшей эффективностью и экономичностью. Кроме высокой скорости разборки строения, он позволяет избежать лишних затрат по утилизации строительного мусора [3].</p>

На основании рассмотренных методов демонтажа зданий и сооружений, для сноса строительных конструкций здания больницы в г. Междуреченске выбран комбинированный тип демонтажных работ. Данный метод включает в себя использование сменного рабочего навесного оборудования на базовой машине - экскаваторе, а также ручного инструмента. Для разрушения строительных конструкций механизированным способом применяют

ся гидравлический молот, гидробои и ковш, ручным способом - стено-резные машины, перфораторы, болгарки или отбойные молотки.

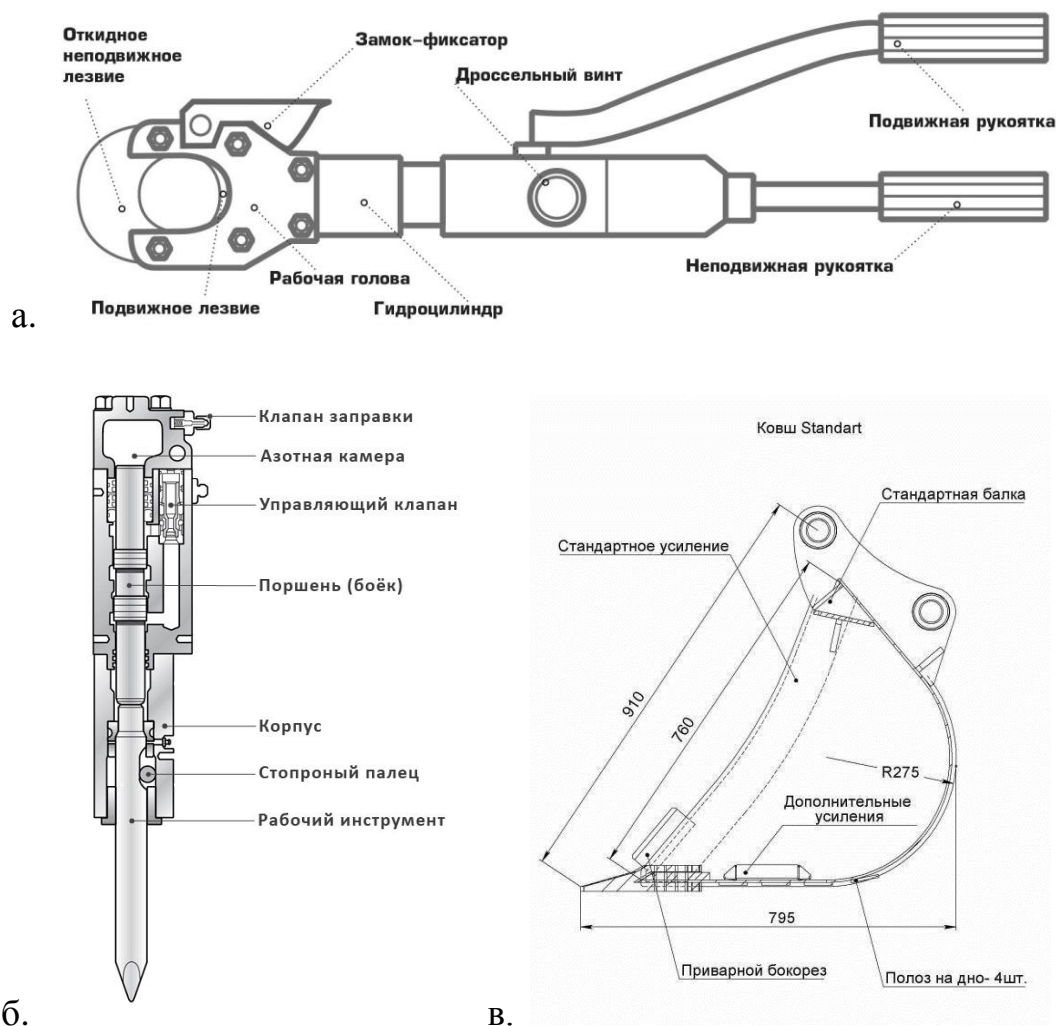


Рисунок 1 – Инструменты механизированного способа:
 а. - гидробои, б. – гидромолот, в. – ковш

Библиографический список

1. СП 325.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации [Текст]. – Введ. 28.08.17. – Москва: Минстрой России, 2017 – 56 с.
2. МДС 12-64.2013 Типовой проект организации работ на демонтаж (снос) здания (сооружения) [Текст]. – Актуал. ред. МДС 12-46.2008. от 16.02.08. – Москва: ЗАО «ЦНИИМТП», 2013 – 18 с.
3. СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 Стандарт организации. Организация строительного производства. Снос (демонтаж) зданий и сооружений [Текст]. – Введ. 20.04.11 – Москва: ООО «ЦНИОМТП», 2011 – 45 с.

**ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕЗАВЕРШЕННЫХ
СТРОИТЕЛЬСТВОМ НЕЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ
ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Марченко А.Н.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: anatoliy_2019@list.ru*

В статье рассматриваются особенности оценки соответствия технического состояния несущих строительных конструкций (каркаса, перекрытий) требованиям государственных норм, правил и стандартов для определения возможности возобновления строительства.

Ключевые слова: обследование, армирование, общественное здание.

Обследование – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления или усиления.

Проект предусматривает необходимость наличия заключения о состоянии несущих строительных конструкций (каркаса, перекрытий), для возобновления и завершения строительства.

Здание каркасного типа простой прямоугольной формы. Каркас выше отм. 0,000 (колонны, балки) стальной, перекрытия монолитные железобетонные, наружные стены и перегородки кирпичные. Высота подвального этажа – 2,14 м; высота первого этажа – 3,96 м; высота второго этажа – 3,96 м.

Проектная, рабочая и исполнительная документация представлена в полном объеме.

Данное здание запроектировано взамен здания многоэтажного, каркасного на сейсмоопорах Черепинского (рисунки 1 и 2). Улучшенной планировки. Причина остановки строительных работ – это невостребованность и большая цена квартир в этом здании.

В результате обследования были выявлены различные дефекты и повреждения. Пример представлен на рисунке 3.

Анализ результатов обследования

В процессе обследования проверялись прочностные характеристики бетона, прибором ИПС-МГ 4.03.



Рисунок 1 – Сейсмоопоры Черепинского (вид 1)



Рисунок 2 – Сейсмоопоры Черепинского (вид 2)



Рисунок 3 – Наличие влаги на перекрытиях

В результате обследования сделаны следующие выводы.

Класс бетона соответствует указанному в проектной документации 4047-К4 (класс бетона В25).

Класс и диаметр арматуры существующих конструкций соответствует указанной в проектной документации.

Несущие конструкции соответствуют проектному положению, отклонения не превышают установленных требований.

Деформаций фундамента не выявлено.

Замачивание утеплителя, несущих конструкций, кирпичной кладки, а также наличие влаги и растительности на перекрытиях и в пустотах ленточного ростверка вызваны отсутствием мероприятий по консервации.

Разрушение кирпичной кладки, нарушение защитного слоя и следы коррозии стальных несущих конструкций и закладных деталей вызваны постоянным замачиванием и отсутствием мероприятий по консервации.

В монтажной связи в осях часть болтов не затянуты, а часть – отсутствует. Данный дефект возник на стадии монтажа.

Отсутствуют крестовые связи.

Дефекты бетонирования в подвале (непровибрированные участки, сколы, наплывы бетона) возникли на стадии монтажа.

Степень коррозии стальных элементов несущих конструкций и закладных деталей не превышает 1%.

На основании изучения исполнительной документации (акты на скрытые работы, сертификаты на строительные материалы, исполнительные съемки), результатов обследования несущих строительных конструкций, возведенные строительные конструкции нежилых помещений общественного назначения на момент обследования находятся в работоспособном техническом состоянии, выполнены в соответствии с рабочей документацией.

При возобновлении строительства до начала отделочных и фасадных работ необходимо:

1. Убрать мусор из помещений подвала;
2. Выполнить отвод воды из помещений, исключить попадание влаги в подвал и на перекрытия;
3. Удалить растительность с несущих конструкций, обработать антисептическим составом;
4. Замоченные участки монолитных несущих конструкций обработать гидроизоляционными материалами проникающего действия типа «Пенетрон», «Акватрон» и т.п.;
5. Зачистить оголенную арматуру от продуктов коррозии, устранить дефекты бетонирования в подвале;
6. Выполнить ремонт поврежденных участков кирпичной кладки путем вычинки;
7. Восстановить защитное покрытие стальных несущих конструкций и закладных деталей, предварительно зачистив от продуктов коррозии;
8. Демонтировать элементы опалубки;

9. Демонтировать монтажную связь;
10. Смонтировать связи;
11. Заменить существующий утеплитель выше отм. 0,000.

Библиографический список

1. РД 22-01-97 Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследования строительных конструкций специализированными организациями). ЦНИИПроектстальконструкция. Г. Москва, 1997 г.

2. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. ФГУП «КТБ ЖБ». Москва, 2003 г.

3. ГОСТ 21.1101-2013 Основные требования к проектной и рабочей документации.

4. ГОСТ 2.105-95 Общие требования к текстовым документам.

5. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния.

6. ГОСТ 22690-2015 Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля.

7. Мешкова А.В. и др. Обследование железобетонных перекрытий в недостроенном жилом доме с монолитным каркасом при нарушении мер консервации здания // Современные проблемы и перспективные направления инновационного развития науки : сборник статей Международной научно-практической конференции (4 марта 2020 г., г. Иркутск). – Уфа : OMEGA SCIENCE, 2020. – 199 с. – С. 39-42.

8. Алешин Д.Н. и др. Анализ ошибок, допущенных при возведении кирпичного дома хозяйственным способом // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2019. - № 1 (27). – С.51-53.

9. Разумов И.Ю. и др. Анализ целесообразности восстановления монолитного железобетонного перекрытия промышленного здания по результатам программного расчета // Молодежь и XXI век – 2019 : Материалы IX Международной молодежной научной конференции, 21-22 февраля 2019 г. – Курск : Университетская книга, 2019. – Т.4. – С.175-179.

10. Мешкова А.В. и др. Дефекты и повреждения железобетонных конструкций, возникающие при их изготовлении и монтаже // Строительство и реконструкция : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, 28 мая 2018 г. – Курск, 2019. – С. 78-82.

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ

Сенникова М.С.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail:manja2011_98@mail.ru*

В данной статье приведены результаты визуального и детального инструментального обследования, оценка технического состояния, а также дефекты и повреждения несущих строительных конструкций здания больницы.

Ключевые слова: обследование, здание, строительные конструкции, техническое состояние, дефекты, повреждения.

При обследовании зданий проводился комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объектов и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации.

Причиной обследования здания больницы послужило необходимость наличия заключения о состоянии несущих строительных конструкций для определения возможности завершения строительства. Объектом обследования являются строительные конструкции Блока А и Б здания больницы, а именно:

- железобетонные фундаменты;
- железобетонные колонны сечением 400х400 мм;
- железобетонные ригели сечением 400х400 мм;
- железобетонные перекрытия толщиной 200 мм;
- монолитные железобетонные стены подвала толщиной 250 мм;
- сборные железобетонные марши по стальным балкам и косоурам.

Исходные данные для обследования:

Блок А простой формы, прямоугольный в плане. Размер здания в плане 22,2х88,16 м (1 и 2 этажи), размеры в плане остальных этажей 22,2х79,16 м (3-7 этажи). Высота здания – 32,72 м до верха от отметки пола первого этажа. Количество этажей – подвальный этаж, 7 этажей, включая технический. Высота подвального этажа в осях 1-5 – 3,2 м, в осях 5-16 – 4,05 м; высота 1-6 и технического этажей – 4,2 м. Общий вид здания приведен на рисунке 1.

Блок Б простой формы, прямоугольный в плане. Размер здания в плане 21,4х36,4 м. Высота здания – 13,72 м до верха от отметки пола первого этажа. Количество этажей – подвальный этаж, 3 этажа. Высота подвального этажа – 3,4 м; высота 1-2 этажей – 4,2 м; высота 3 этажа в осях 3-4 – 5,7 м, остальная часть этажа – 3,6 м. Общий вид здания приведен на рисунке 2.



Рисунок 1 – Общий вид Блока А в осях 18-1



Рисунок 2 – Общий вид Блока Б в осях А-Е

Программа по оценке фактического состояния строительных конструкций зданий комплекса городской многопрофильной больницы предусматривала четыре этапа проведения работ: подготовительный этап, общее обследование, детальное обследование, составление технического отчета.

На каждом этапе предусматривалось решение определенных задач.

Подготовительный этап:

- составление плана обследования зданий комплекса городской многопрофильной больницы, расположенной по адресу: Кемеровская обл., г. Междуреченск, Западный район, бульвар Медиков, 9;

- изучение технической документации, необходимой при осмотре зданий.

Общее обследование:

- визуальный осмотр зданий комплекса;
- определение конструктивной схемы зданий комплекса, ее несущих конструкций;

- выявление и фиксация дефектов строительных конструкций;

- выполнение обмеров несущих конструкций зданий с составлением

чертежей;

- определение соответствия конструктивной схемы зданий и их несущих конструкций технической документации и строительным нормам и правилам;

- установление причин возникновения дефектов в конструкциях и оценка влияния этих дефектов на несущую способность конструкций;

- определение категории состояния строительных конструкций в зависимости от дефектов, обнаруженных при визуальном осмотре;

- определение конструкций, нуждающихся в детальном обследовании.

Детальное обследование:

- уточнение фактических геометрических размеров конструкций;

- уточнение категории состояния строительных конструкций;

- определение прочностных характеристик материалов конструкций;

- определение геометрических отклонений конструкций.

Составление технического отчета:

- описание программы и методики проведения обследования;

- описание климатических условий;

- описание состояния несущих конструкций с фиксацией дефектов и определением несущей способности конструкций с учетом фактического состояния зданий;

- составление выводов и рекомендаций с учетом фактического состояния зданий.

Решение вопросов, предусмотренных программой обследования, проводилось по следующей методике:

- просматривалась и анализировалась существующая техническая документация;

- в результате визуального осмотра определялась фактическая конструктивная схема зданий, выявлялись дефекты и фиксировались на фотографиях и схемах;

- определение прочностных характеристик материалов конструкций;

- на основании анализа данных, полученных в процессе обследования зданий, составлен технический отчет.

В результате обследования были выявлены следующие дефекты и повреждения:

1. участки замороженного бетона;
2. участки непровибрированного бетона;
3. следы замачивания;
4. трещины в монолитной диафрагме жесткости;
5. разрушение защитного слоя бетона;
6. оголение и следы коррозии арматуры;
7. нарушение защитного покрытия и следы коррозии закладных деталей, стальных элементов лестниц и элементов усиления колонн;
8. утоплены закладные детали;
9. не демонтированы элементы опалубки;

10. выполнена заделка поврежденных участков ремонтным раствором недостаточной прочности;
11. наличие усадочных трещин в перекрытии;
12. отклонение геометрического положения ригеля;
13. наличие растительности на перекрытии;
14. выполнено усиление колонн;
15. трещины в монолитной стенке;
16. трещина в монолитной колонне;
17. дефекты бетонирования колонн.

По результатам обследования выявлено, что использовать существующие конструкции без дополнительного усиления невозможно.

Для приведения каркасов зданий в нормативное состояние для восприятия действующих и прогнозируемых нагрузок необходимо выполнить усиление строительных конструкций в полном объеме по отдельно разработанной документации. При разработке проекта усиления не допускать увеличения нагрузок на существующие фундаменты. Усиление несущих конструкций влечет за собой увеличение нагрузок на существующие фундаменты и уменьшение полезной площади помещений.

На основании вышеизложенного, рекомендуется демонтировать существующие каркасы блоков А и Б комплекса городской многопрофильной больницы, разработать новый проект зданий с учетом действующих норм и правил, при этом использовать существующие фундаменты без увеличения нагрузок.

Библиографический список

1. СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.
2. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014. – 55 с.
3. ВСН 58-88(р) Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания зданий объектов коммунального и социально-культурного назначения. – М.: Стройиздат, 1990.
4. РД 22-01-97 Требования к проведению оценки безопасности эксплуатации производственных зданий и сооружений поднадзорных промышленных производств и объектов (обследования строительных конструкций специализированными организациями).
5. Пособие по практическому выявлению пригодности к восстановлению поврежденных строительных конструкций зданий и сооружений и способам их оперативного усиления – ЦНИИпромзданий. Москва. 1996. – 98с.
6. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций зданий и сооружений. – М.: НИИСК Госстроя СССР, 1989.
7. Мешкова А.В. и др. Обследование железобетонных перекрытий в недостроенном жилом доме с монолитным каркасом при нарушении мер

консервации здания // Современные проблемы и перспективные направления инновационного развития науки : сборник статей Международной научно-практической конференции (4 марта 2020 г., г. Иркутск). – Уфа : OMEGA SCIENCE, 2020. – 199 с. – С. 39-42.

8. Разумов И.Ю. и др. Анализ целесообразности восстановления монолитного железобетонного перекрытия промышленного здания по результатам программного расчета // Молодежь и XXI век – 2019 : Материалы IX Международной молодежной научной конференции, 21-22 февраля 2019 г. – Курск : Университетская книга, 2019. – Т.4. – С.175-179.

9. Мешкова А.В. и др. Дефекты и повреждения железобетонных конструкций, возникающие при их изготовлении и монтаже // Строительство и реконструкция : сборник научных трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров, 28 мая 2018 г. – Курск, 2019. – С. 78-82.

УДК 624.94.012.45

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С РАЗНЫМ ШАГОМ КОЛОНН

Васильева Е.В.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
Матвеев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ev17470@gmail.com*

В статье рассматриваются особенности проектирования здания склада металла промышленного предприятия с учетом объемно-планировочных решений.

Ключевые слова: промышленное здание, склад, нагрузки, армирование.

На данный момент времени, строительство является достаточно развитой индустрией. Постоянно появляются новые, более совершенные технологии возведения зданий и сооружений. И невозможно не отметить тот факт, что технология возведения жилых и промышленных зданий и сооружений существенно отличается.

Промздания подразумевают большую вместимость и предназначены для организации процесса производства какой-либо продукции. Именно поэтому проектирование промышленных зданий базируется на том, как необходимо разместить оборудование, учитывается также специфика самого производственного процесса.

Здание склада металла представляет собой многопролётное здание простой прямоугольной формы. Здание одноэтажное имеет два пролёта. Размеры в плане 48×96м.

В состав здания склада металла входят: зона разгрузки, складская зона, так же есть железобетонные пути нормальной колеи.

Генеральный план включает здание склада металла, административно-бытовой корпус, контрольно-пропускной пункт, автомобильную стоянку, тротуары, переход. Также предусмотрено озеленение – посадка деревьев вдоль границы предприятия, вдоль проездов.

С учётом грунтовых условий в данной местности в основании принят фундамент на естественном основании.

Конструктивная схема здания – каркасная. Материал каркаса – сборный железобетон. Каркас здания воспринимает горизонтальные нагрузки по рамной схеме и в продольном, и в поперечном направлении.

Расчет рам выполнен в программе «Лири-Сапр». Армирование рам принято в колоннах вертикальными каркасами. Рабочая арматура в колоннах продольная. Бетон тяжелый, класса В15; арматура стержневая, классов А400 и А240. Колонны сплошные, прямоугольного сечения.

Особенностью объемно-планировочного решения здания является разный шаг колонн: по наружным осям 6 м, по внутренним 12 м.

Для расчета колонны учитывались постоянные нагрузки от собственного веса колонны, от веса стенового ограждения, от веса покрытия, включая плиты, также учитывались временные нагрузки (снеговая нагрузка, ветровая нагрузка по стеновому ограждению) [1]. Все нагрузки собирались с шага колонн 12 метров, кроме крановой нагрузки (рисунок 1). Для крановой нагрузки линии влияния опорных реакций подкрановых балок по крайнему и среднему ряду колонн имеют разный вид (рисунок 2). На основании полученных результатов расчета, в соответствии с распределением расчетных усилий было принято продольное и поперечное армирование колонны.

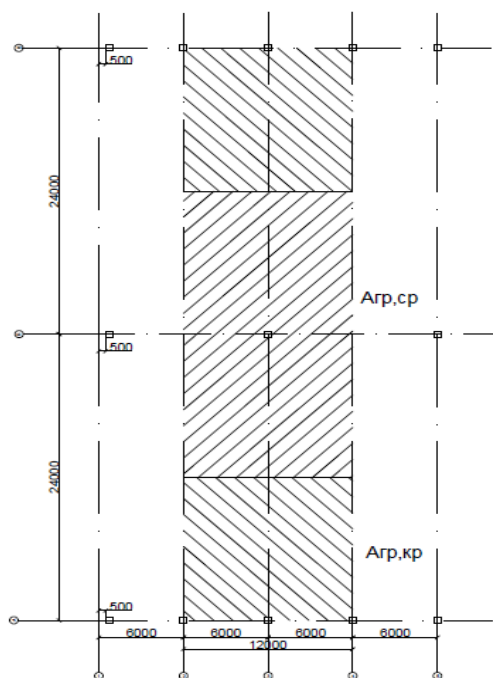


Рисунок 1 – Грузовая площадь для крайней и средней колонны

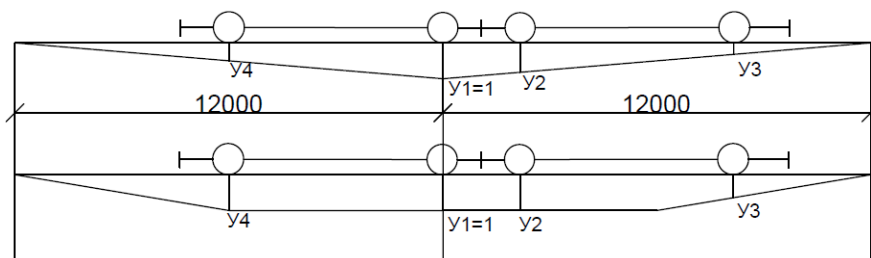


Рисунок 2 – Схема к расчету колонны на крановую нагрузку

Библиографический список

1. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*.

2. Бачаева А.Н., Алешина Е.А., Алешин Д.Н. Особенности расчета железобетонной колонны одноэтажного промышленного здания // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 20. – Ч. V. Технические науки. – 223 с. – С. 114-117.

3. Саенков С.Б., Алешина Е.А., Алешин Д.Н. Особенности проектирования судоремонтного предприятия в г. Санкт-Петербурге // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 20. – Ч. V. Технические науки. – 265 с. – С. 213-215.

4. Архипова А.С., Алешина Е.А., Алешин Д.Н. Конструирование железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий с учетом особенностей объемно-планировочных решений // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 20. – Ч. V. Технические науки. – 223 с. – С. 108-111.

5. Бачаева А.Н., Алешина Е.А. Особенности проектирования железобетонных колонн промышленных зданий с учетом конструктивных решений // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире: сборник статей Международной научно-практической конференции (15 мая 2017 г., г. Екатеринбург). В 4 ч. Ч. 2. – Уфа: АЭТЕРНА, 2017. – 258 с. – С. 8-11.

ЗДАНИЕ ЦЕХА ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В г.ПЕНЗА

Астафьев А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: artstaff98@mail.ru*

В статье рассматриваются особенности проектирования здания цеха приборостроения в г. Пенза с учётом объёмно-планировочных и архитектурно-строительных решений.

Ключевые слова: промышленное здание, вариантное проектирование, нагрузки.

Проект предусматривает строительство промышленного здания в г. Пенза.

Цех приборостроения представляет собой здание прямоугольной формы. Здание одноэтажное имеет два пролёта. Размеры в плане 36×108 м.

По объёмно – планировочному решению здание представляет собой схему ячеякового типа с двумя параллельными пролётами по $L = 18$ м. Шаг колонн по наружным и по внутренним осям 12,0 м. Высота от чистого пола до низа несущих стропильных конструкций равна $H = 15,6$ м.

По типу подъёмно – транспортного оборудования данное промышленное предприятие относят к крановым (с мостовыми кранами).

Внутрицеховой транспорт – мостовые электрические краны, по два крана в пролёте. Грузоподъёмность кранов составляет $Q = 300$ кН.

В состав цеха входят: склад сырья и заготовок, сварка, сборочный конвейер, штамповка, гальваническая обработка и окраска.

Для эвакуации людей в здании предусмотрены распашные двухпольные ворота 4 х 4,2 м.

Кровля здания обеспечена внутренним водостоком.

Здание отапливаемое, с естественным освещением. Для строительства выбран прямоугольный участок. Зона предприятия производственная.

На площадке располагается производственное здание, АБК и КПП.

Административно – бытовой корпус соединяется с производственным зданием проходом длиной 12 м и шириной 3 м, проходящим через 2 этаж АБК. В административно – бытовом корпусе расположены столовая, медпункт, раздевалки, мойки, помещения для служащих.

На территории предприятия предусмотрено декоративное озеленение деревьями и кустарниками.

Жёсткость каркаса в поперечном направлении обеспечивается поперечными рамами с жёстким защемлением колонн в фундамент и шарнирным сопряжением ферм с колоннами.

В продольном направлении жёсткость обеспечивается совместной ра-

ботой продольных рам, системы связей и жесткого диска покрытия. Портальные связи установлены в осях 3-4 и 7-8 в каждом ряду колонн каждого пролёта в плоскостях обеих ветвей. Вертикальные связи по фермам установлены по торцам здания, а распорки по верху колонн – вдоль всего температурного блока.

В данном проекте применен метод вариантного проектирования, с помощью которого определен оптимальный состав конструкций как с экономической, так и с конструктивной точки зрения. С помощью технико-экономических показателей рассмотрены различные варианты.

На данном слайде представлены 2 варианта конструктивных решений покрытия:

- Ферма с параллельными поясами 3ФС18-6АШВ, плита 3Х12 м;
- Ферма безраскосная ФБМ-181-1В, плита 3х12 м.

Экономически наиболее целесообразным в принятых условиях является вариант 2.

Разработан сетевой график производства общестроительных и специальных видов работ. Общая продолжительность строительства составила 145 дня. Максимальное количество рабочих в смену составило 58 человек.

Разработан строительный генеральный план строительства с указанием временных внутрипостроечных дорог, временных административно-бытовых помещений, площадок для складирования строительных материалов и конструкций, подвод временных коммуникаций, опасных зон и зон ограничения работы крана.

Сметная стоимость строительства составила 93 102,65 тыс.рублей. Из них 76% затрачивается на строительные работы, 16% оборудования и инвентарь, 5% на монтажные работы и 3% на прочие работы.

В проекте предусмотрены вредные факторы строительного производства и эксплуатируемой строительной техники влияющие на окружающую среду, а так же пути позволяющие их ликвидировать, или снизить до минимума. Рассмотрены действия при чрезвычайных ситуациях.

Библиографический список

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. – М., 2016. 34с.
2. Трепененков Р.И. Альбом чертежей. Конструкций и детали промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1980. - 285с
3. Бондаренко В.М., Судницын А.И. Расчёт строительных конструкций. Железобетонные и каменные конструкции. М.: Стройиздат, 1984. – 76с
4. Байков В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учеб. для вузов /В.Н. Байков, Э. Е. Сигалов. - 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
5. Волостных А.А., Алешина Е.А. Особенности проектирования здания кузнечно-штамповочного цеха в г. Новокузнецке // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции

студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-18 мая 2017 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 21. – Ч. 5 : Технические науки. – 390 с. – С. 274-276.

6. Бачаева А.Н., Алешина Е.А. Особенности проектирования железобетонных колонн промышленных зданий с учетом конструктивных решений // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире : сборник статей Международной научно-практической конференции (15 мая 2017 г., г. Екатеринбург). В 4 ч. Ч.2 / - Уфа : АЭТЕРНА, 2017. – 258 с. – С. 8-11.

7. Арсеньев С.В. и др. Конструктивное решение покрытия здания ремонтного цеха с закрытой автостоянкой для автобусов в городе Киселевске // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 1-3 июня 2016 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 20. – Ч. 5 : Технические науки. – С. 105-107.

8. Алешин Н.Д. и др. Проектирование конструкций цеха ремонта металлургического оборудования в городе Гурьевске с использованием информационных технологий // Эффективные строительные конструкции: теория и практика : сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2012. – С. 6-8.

УДК 69.059

ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ В Г. ЧЕЛЯБИНСК

Сорокин А.О.

**Научные руководители: канд. техн. наук Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: artemsorokincev@yandex.ru*

Цель данной работы – Выполнить обследование и определить техническое состояние строительных конструкций здания котельной в г. Челябинск, а так же возможность и условия дальнейшей эксплуатации.

Ключевые слова: обследование, оценка технического состояния, эксплуатация строительных конструкций, дефекты, повреждения.

Причина проведения обследования данного здания проводилось в связи с реконструкцией территории ТЭЦ. Здание представляет собой – в осях А'-Б' одноэтажный рамно-связевой каркас, рамы образованны вдоль буквенных осей, в осях А'-Б/2'-1' двухэтажный безкаркасный, кирпичный с несущими стенами. План на отм. 0,000 представлен на рисунке 1.

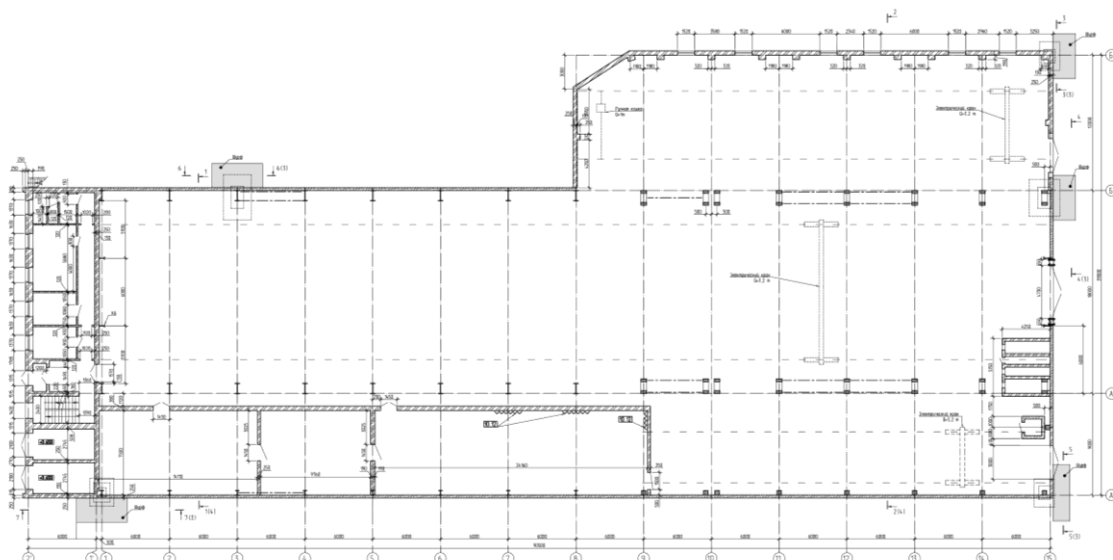


Рисунок 1 – План на отм. 0,000

В осях А-Б/1-8 стальные колонны со стальной фермой, в осях А-Б /9-15 железобетонные двухветвевые колонны с железобетонной стропильной балкой.

В ходе обследования было выявлено значительное количество дефектов и повреждений. все они сведены в ведомость дефектов в приложение Г пояснительной записки. На рис. 2 представлены наиболее яркие: разрушение защитного слоя бетона колонны на глубину до 100 мм с оголением рабочей арматуры, разрушение подпорных столбов из кирпичной кладки, расслоение кирпича, рыхлый раствор и другие.



Разрушение защитного слоя бетона колонны на глубину до 100 мм с оголением рабочей арматуры



Разрушение подпорных столбов из кирпичной кладки, расслоение кирпича, рыхлый раствор



Разрушение бетона продольного (поперечного) ребра плиты в местах опирания с оголением арматуры



Коррозия металлических стоек на высоту до 400 мм от уровня пола м износом до 33%



Разрушение с внутренней наружной стороны стеновой панели бетона на глубину до сквозного оголения арматуры



Трещины по шву в кирпичной кладке самонесущей стены с раскрытием до 10 мм, из-за отсутствия зазора между стеной и телом балки покрытия

Рисунок 2 – Дефекты

Места расположения дефектов указаны на чертежах и схемах.

Для обследования фундаментов были открыты шурфы, была определена глубина подошвы фундамента, замерены геометрические размеры и прочностные характеристики бетона фундаментов, определена глубина карбонизации.

Измерение прочности бетона фундаментов производилось прибором ОНИКС-ОС, основанного методе на отрыве со скалыванием. Места определения прочности показаны на планах и схемах.

Измерение прочности бетона фундаментов производилось прибором ОНИКС-2.51, основанного на методе «удар+отскок». Места определения прочности показаны на планах и схемах.

Марка стали определялась по твердости по Бринелю при помощи прибора Твердомер МЕТ-УД. Места определения прочности показаны на планах и схемах.

Для расчета строительных конструкций был произведен сбор нагрузок на конструкции с учетом фактического состояния. Рассчитаны снеговые и ветровые нагрузки.

В ходе работы был выполнен перерасчет несущей способности в программном комплексе SCAD, при этом были определены расчетные усилия в элементах конструкций, и проверены сечения элементов.

По результатам обследования и данным расчетов было определено техническое состояние отдельных конструкций и здания в целом. Общее техническое состояние строительных конструкций здания котельной оценивается как ограниченно работоспособное.

По результатам обследования и расчетов были разработаны рекомендации по дальнейшей эксплуатации и приведению в безопасное (работоспособное) состояние: замена поврежденных участков кабельных лотков, ремонт поврежденных участков колонн, усиление поврежденных участков распорок и вертикальных связей по колоннам и т.д.

Библиографический список

1. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. Свод правил по проектированию и строительству / Госстрой России. – М.: 2004.

2. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. — М.: Стандартинформ, 2014.

3. ГОСТ 31937-2011 Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния / ГУП "МНИИТЭП" – 2011.

4. Алешин Д.Н. и др. Дефекты и повреждения стальных конструкций // Фундаментальные и прикладные научные исследования : сборник статей Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 5 ноября 2015 г. – Уфа : Аэтерна, 2015. – Ч. 2. - С. 3-7.

5. Алешин Д.Н. и др. Дефекты монолитных железобетонных конструкций // Фундаментальные и прикладные научные исследования : сборник статей Международной научно-практической конференции,

Екатеринбург, 5 ноября 2015 г. – Уфа : Аэтерна, 2015. – Ч. 2. - С. 10-13.

6. Алешин Д.Н. и др. Влияние влаги на кирпичную кладку несущих конструкций общественного здания г. Осинники // Фундаментальные и прикладные научные исследования : сборник статей Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 5 ноября 2015 г. – Уфа : Аэтерна, 2015. – Ч. 2.

УДК 69.059

ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АККУМУЛИРУЮЩИХ БУНКЕРОВ УГЛЯ В Г.МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ

Худяков Я.И.

**Научные руководители: канд. техн. наук, Алешин Д.Н.,
канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, email: wolftmoon2789@yandex.ru*

В статье рассматриваются особенности экспертизы промышленной безопасности строительных конструкций аккумулирующих бункеров угля.

Ключевые слова: бункеры, воронка, сталь.

Стальные бункера входят в состав стального каркаса здания аккумулирующих бункеров, представляющего собой многоэтажный двухпролетный корпус сложный в плане с габаритными размерами 47,56×26,9 м, включая пристройки.

Бункера расположены начиная с от отм. 6.300 до отм. 13.500.

Рамы каркаса состоят из сварных и прокатных колонн, балок перекрытий и покрытий. Сетка колонн 7×7 м. Сопряжение колонн с фундаментами - шарнирное. Геометрическая неизменяемость и жесткость каркаса в продольном и поперечных направлениях обеспечивается вертикальными связями по колоннам в надбункерной и подбункерных частях здания и стенками бункеров в уровне бункеров, а так же заделкой колонн в кирпичные стены.

Стальные бункера выполнены квадратными в плане с конусной частью с углом наклона стенок 45° и скомпонованы в два ряда по пять штук в каждом. В осях 6-5 со стороны оси Б расположен бункер породы с размерами в плане 6×7 м. Вертикальные стенки бункеров выполнены из листовой стали толщиной 8 мм с горизонтальными ребрами из швеллеров №24, №30. Конусная часть выполнена из листа толщиной 10 мм с горизонтальными ребрами жесткости из швеллеров № 24 и №16. Соединение элементов бункеров выполнено с помощью болтов М16 и сварки.

Размеры выпускных технологических отверстий в плане 750×750 мм.

Отметка выпускного отверстия бункера + 3,100. Высота бункеров

10,4м.

Внутренние поверхности стенок аккумулирующих бункеров угля, инв. № Г001555 (10 шт.) футерованы стальными листами для защиты.

Здание аккумулирующих бункеров отапливаемое.

За условную отметку 0,000 принят уровень чистого пола первого этажа здания аккумулирующих бункеров.

Конструктивной особенностью данных бункеров является то, что пирамидальная часть бункера (воронка) крепится непосредственно к стенке бункера на болтах без устройства бункерных балок. Согласно проекту вертикальные стенки из листовой стали (с горизонтальными ребрами жесткости) крепятся к колоннам болтами по всей высоте стенки, за счет чего обеспечивается передача вертикальных нагрузок от веса угля на каркас здания. Однако следует отметить, что данная конструкция бункеров в современной справочной литературе по проектированию аналогичных сооружений не приводится. Как следствие, бункера с такой конструктивной схемой не проектируются и не строятся в настоящее время. Это вероятнее всего связано с опытом эксплуатации подобных бункеров, которая выявила ряд недостатков данной конструкции. К недостаткам данной конструктивной схемы можно отнести невысокую надежность, а также практическую неремонтопригодность.

Степень коррозии и истерiania металлических элементов строительных конструкций выявлена за счет ультразвуковой толщинометрии металла, выполненной ультразвуковым толщиномером А1209.

В данной работе прочностные характеристики стали определены методом ультразвукового контактного импеданса при работе с ультразвуковым датчиком и принцип отскока при работе с динамическим датчиком с использованием твердомера МЕТ-УД.

В ходе работы были определены расчетные усилия в стальных конструкциях бункеров, воспринимающих эксплуатационные нагрузки, на основе которых был выполнен перерасчет несущей способности конструкций в программе ЛИРА САПР 2016.

Результаты выполненного перерасчета показали, несущая способность строительных конструкций бункеров обеспечена не полностью.

Здание бункеров проектировалось до 1955 года, когда расчет строительных конструкций выполнялся по методу допускаемых напряжений. После 1955 года был осуществлен переход на методику расчета по предельным состояниям. В связи с этим необходимо выполнить перерасчет согласно современным нормам.

Были рассчитаны обшивки бункера на нагрузку от действия сыпучего материала, направленную нормально к поверхности обшивки дополнительного растяжения от массы сыпучего.

По итогам проделанной работы сделано заключение: бункеры не в полной мере соответствуют требованиям промышленной безопасности и могут быть применены при условии выполнения мероприятий, после проведе-

ния которых сооружение будет соответствовать требованиям промышленной безопасности.

По результатам обследования и расчетов были разработаны рекомендации по дальнейшей эксплуатации и приведению в безопасное (работоспособное) состояние конструкций аккумулялирующих бункеров угля.

Библиографический список

1. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия. – М., 2016. 34с.
2. Трепенков Р.И. Альбом чертежей. Конструкций и детали промышленных зданий. М.: Стройиздат, 1980. - 285с
3. ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».
4. «Правила проведения экспертизы промышленной безопасности», утвержденные приказом Ростехнадзора № 538 от 14.11.2013 г. (с изменениями).
5. СП 43.13330.2012 «Сооружения промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП 2.09.03-85».
6. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85*».
7. Алешин Д.Н. и др. Дефекты и повреждения стальных конструкций // Фундаментальные и прикладные научные исследования : сборник статей Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 5 ноября 2015 г. – Уфа : Аэтерна, 2015. – Ч. 2. - С. 3-7.
8. Алешин Д.Н. и др. Повышение долговечности и надежности металлоконструкций промышленных зданий и сооружений // Эффективные строительные конструкции: теория и практика : сборник статей XV Международной научно-технической конференции. – Пенза : Приволжский Дом знаний, 2015. – 236 с. – С. 7-11.
9. Алешин Д.Н., Алешина Е.А. Обеспечение надежности и долговечности строительных конструкций при эксплуатации промышленных сооружений на примере обогатительных фабрик в г. Новокузнецке // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 18-20 октября 2016 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – Вып. 1. - С. 253-257.
10. Веснин Д.А. и др. Диагностика и экспертиза объектов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 июня 2018 г. – Новокузнецк : СибГИУ, 2018. – Вып. 22. Ч. 3 : Технические науки. – С. 286-288.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ ЦЕХА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА В Г. НОРИЛЬСКЕ

Калягина Н.И.

Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Алешина Е.А.,
Матвеев А.А.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: nagyakalyagina@mail.com

В статье представлены особенности проекта строительства промышленного здания в тяжелых климатических условиях на вечномерзлых грунтах. Представлен план цеха, поперечный разрез и основания и фундаменты.

Ключевые слова: фундамент, вечномерзлые грунты, промышленное здание.

Цель работы: В данной работе цех представляет собой многопролётное здание простой прямоугольной формы. Здание одноэтажное имеет три параллельных пролёта. Один пролет размером 24 м и два пролета по 18 м. Размеры в плане 60×84м.

В здании разный шаг колонн. По крайним колоннам 6 м, а по средним колоннам 12 м. В связи с разным шагом колонн все нагрузки собираются с шага 12 м. В третьем пролете имеется подвесной кран с грузоподъемностью 30 кН.

В состав цеха входят: отделение обработки и окраски металла, склад металла и деталей, сборочное отделение, лаборатория и испытательная станция, склад заготовок и готовой продукции. Поперечный разрез здания цеха представлен на рисунке 1, план здания представлен на рисунке 2.

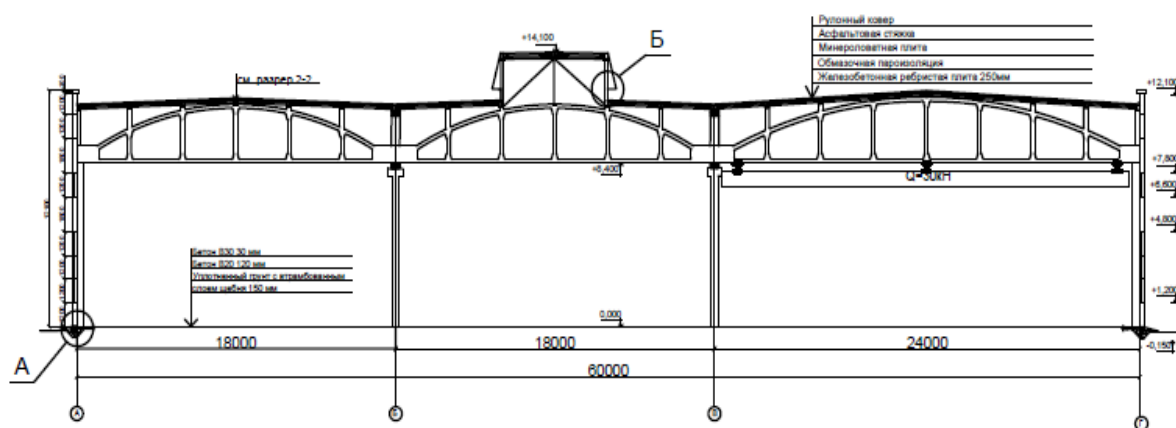


Рисунок 1– Поперечный разрез здания

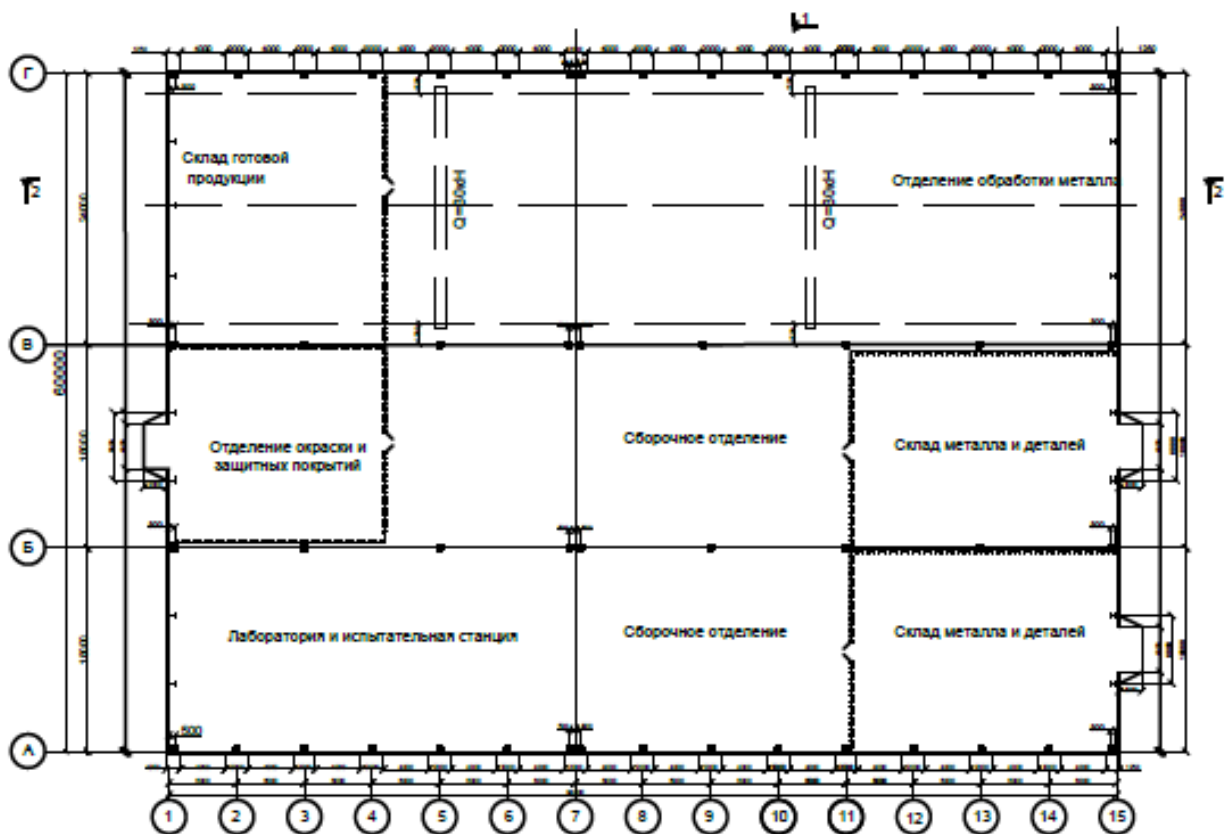


Рисунок 2– План цеха

В районах с вечномерзлыми грунтами при строительстве применяется один из следующих принципов использования многолетнемерзлых грунтов в качестве основания сооружений:

принцип I - многолетнемерзлые грунты основания используются в мерзлом или промораживаемом состоянии, сохраняемом в процессе строительства и в течение всего периода эксплуатации сооружения;

принцип II - многолетнемерзлые грунты основания используются в оттаянном или оттаивающем состоянии (с их предварительным оттаиванием на расчетную глубину до начала возведения сооружения или с допущением их оттаивания в период эксплуатации сооружения).

В связи с изменениями климатических условий, а именно с потеплением, фундамент запроектирован на естественном основании, геологический разрез представлен на рисунке 3. Глубина заложения фундамента равна 2,05 м. Размеры подошвы фундамента 3,3 и 4,2 м, фундамент трехступенчатый. Для принятых размеров фундамента определена абсолютная осадка методом послойного элементарного суммирования.

Фундамент армируется вертикальными каркасами, и предусмотрено косвенное армирование в стенках стакана. В подошве фундамента предусмотрена сетка с рабочей арматурой в двух направлениях. Класс арматуры А400. Бетон для фундамента принят тяжелый класса В15. Фундамент представлен на рисунке 3.

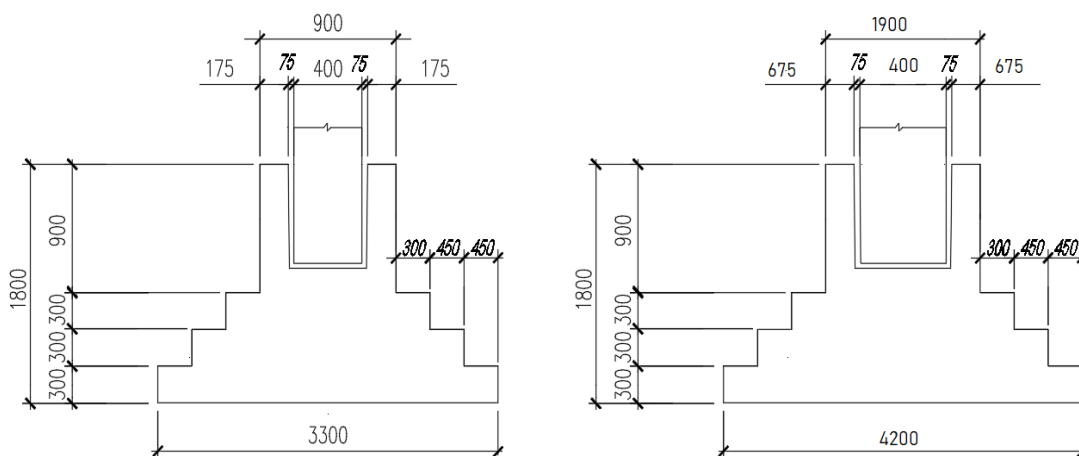


Рисунок 3 – Фундамент трехступенчатый

Вывод: Несмотря на сложности инженерно-геологических условий, в данном проекте удалось запроектировать наиболее оптимальный фундамент с минимальными затратами.

Библиографический список

1. Ильяшев А.С. Пособие по проектированию промышленных зданий. М.: Высшая школа, 1990.
2. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. – М.: Архитектура-С, 2005.
3. Курлыкова Е.С., Алешина Е.А. Особенности проектирования промышленного одноэтажного трехпролетного здания со светоаэрационными фонарями // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк, Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып.21. – Ч. 5: Технические науки. – 390 с. – С.283-285.
4. Пеньшина Е.Е. и др. Особенности конструирования фундамента промышленного здания // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 июня 2018 г. – Новокузнецк : СибГИУ, 2018. – Вып. 22. Ч. 3 : Технические науки. – С. 272-275.
5. Разумов И.Ю. и др. Влияние неравномерных осадок фундамента на естественном основании на строительные конструкции здания // Научные достижения и открытия 2018 : сборник статей VI Международного научно-исследовательского конкурса. – Пенза : Наука и Просвещение, 2018. – С. 22-26.
6. Волостных А.А., Алешина Е.А. Особенности проектирования здания кузнечно-штамповочного цеха в г. Новокузнецке // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 16-18 мая 2017 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2017. – Вып. 21. – Ч. 5 : Технические науки. – 390 с. – С. 274-276.

К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССА ИСПОЛЬЗУЕМОЙ АРМАТУРЫ

Невская Ю.А.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Карпачева А.А.,
канд. техн. наук, доцент Невский С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yulia.nevskaya1996@yandex.ru*

В статье рассмотрены основные направления в исследовании долговечности железобетонных конструкций в зависимости от класса применяемой арматуры. Приведены исследования различных авторов в области долговечности железобетонных конструкций.

Ключевые слова: железобетонные конструкции, долговечность, арматура, здания, коррозия, разрушение, строительные материалы.

В настоящее время железобетон является основным материалом, из которого изготовлены большинство зданий и сооружений, в виду этого проблемы повышения его долговечности и предотвращения появления в нем дефектов конструкций является актуальной научно-практической задачей.

Для решения этой задачи необходимо выделить основные направления в исследовании долговечности железобетонных конструкций в зависимости от класса используемой арматуры:

1. Исследование факторов, влияющих на долговечность железобетонных конструкций;
2. Систематизация основных характеристик арматуры различных типов и классов применяемых в железобетонных конструкциях;
3. Исследование влияния разрушения арматуры на срок эксплуатации железобетонных изделий.

Известны работы по изучению долговечности железобетонных конструкций Жукова Е.М., Кропотова Ю.И., Лугинина И.А., Полошкова С.И., Легаевой Л.А. [1], Осипова С.Н., Захаренко А.В., Позднякова Д.А. [2], Леденева А.А., Перцева В.Т. [3], Мадатян С.А. [4], Дубинчика О.И., Кильдеева В.Р. [5].

Авторами этих работ были проведены исследования долговечности бетонных и железобетонных конструкций. Определены причины их разрушения и влияние процессов коррозии арматуры срок эксплуатации данных конструкций.

В работе [1] определены основные факторы, отвечающие за снижение прочности железобетона, рассмотрена классификация видов коррозии железобетона, и этапы проведения обследования конструкций.

Процессы разрушения бетона и железобетона под действием силовых и несиловых факторов (среди которых карбонизации и уменьшения водородного показателя), были проанализированы в статье [2]. В ней рассмотре-

но влияние процессов ползучести и пластичности на уменьшение прочности строительных материалов, также в ней рассмотрены разновидности оценки долговечности, приведены значения водородного показателя и карбонизации, при которых не происходят процессы коррозии стальной арматуры. Показано, что для увеличения точности расчета долговечности конструкций необходимо учитывать как можно больше различных факторов, например, характеристики и особенности структуры строительных материалов, имеющиеся в них дефекты, погрешности испытаний и т.п. [2].

Влияние процессов коррозии арматурной стали на долговечность и огнестойкость железобетонных конструкций было исследовано в [3]. Авторы данной работы пришли к выводу, что комплексные органоминеральные добавки ускоряют процессы коррозии арматуры, что приводит к тому, что площадь сечения рабочей арматуры уменьшается, а, следовательно, и снижается предел огнестойкости конструкции по потере несущей способности [3].

В работе [4] проведено сравнение физико-механических свойств и характеристик стальной арматуры, выпускаемой в России со свойствами и характеристиками арматуры стран Евросоюза, США и Японии.

Факторы, от которых зависит долговечность железобетонных конструкций, работающих в условиях многократно повторяющейся нагрузки, проанализированы в статье [5]. В данной работе рассматривается ресурс железобетонной конструкции по выносливости растянутой арматуры, определяется зависимость данного показателя от количества циклов нагружения конструкции в единицу времени, пластических деформации происходящих в арматурной стали, удельной деформации ползучести бетона.

Таким образом, повышение долговечности железобетонных конструкций будет способствовать снижению расходов на проведение капитальных ремонтов зданий и сооружений, а так же позволит снизить нагрузку на производство строительных материалов.

Библиографический список

1. Жуков, Е.М. Коррозия железобетонных конструкций и причины ее возникновения / Е.М. Жуков, Ю.И. Кропотов, И.А. Лугинин, С.И. Полошков, Л.А. Легаева // Молодой ученый. – 2016. – № 7. – С. 78 – 80.

2. Осипов, С.Н. О долговечности твердых строительных материалов / С.Н. Осипов, А.В. Захаренко, Д. А. Поздняков // Наука и техника. – 2018. – Т. 17. – № 4. – С. 278 – 287.

3. Леденев, А.А. Влияние процессов коррозии арматурной стали на долговечность и огнестойкость железобетонных конструкций / А.А. Леденев, В.Т. Перцев // Вестник Воронежского института ГПС МЧС России. – 2015. – Выпуск 2(15). – С. 15 – 19.

4. Мадатян, С.А. Сравнительный анализ применения арматуры в железобетонных конструкциях в России и за рубежом / С.А. Мадатян // Вестник МГСУ. – 2013. – № 11. – С. 7 – 18.

5. Дубинчик, О.И. Прогнозирование ресурса железобетонных кон-

струкций по выносливости арматуры / О.И. Дубинчик, В.Р. Кильдеев // Мосты та тунелі: теорія, дослідження, практика. – 2015. – № 7. – С. 13 – 18.

УДК 621.311.25

ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ СТРОЙКА «МИРНЫЙ АТОМ – ПРОРЫВ 2021»

Газизов М.И.

Научный руководитель: Захарова Н.В.

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

В статье рассматривается проблема развития атомной промышленности в современных условиях. Использование атома в мирных целях, как безотходного производства. Представлен опыт работы российских студенческих стройотрядов на стройке атомной электростанции в городе Северск Томской области.

Ключевые слова: Российские студенческие отряды (РСО), третий трудовой семестр, атомная электростанция, мирный атом, энергоблок, строительная площадка, боец стройотряда.

В наши дни атомная промышленность динамично развивается, но так было не всегда. Об использовании атомной энергии ученые задумывались давно, но первые опыты в атомной энергетике носили, к сожалению, не мирный характер. США в 1941 году приступили к изобретению атомного оружия, которое они использовали спустя четыре года для уничтожения японских городов Хиросима и Нагасаки. В СССР активно велись исследования мирного применения ядерных реакций [2]. Еще в конце 1940-х годов наше государство проводило не только исследования, но и испытания возможности применения атома для выработки энергии. Во главе коллектива разработчиков СССР стоял физик-ядерщик И.В.Курчатов. В 1957 году он призвал учёных работать по направлениям мирного использования атомной энергии. Первой на Земле атомной электростанцией, подключенной к электросети стала Обнинская АЭС. А уже в 1958 году в Советском Союзе была введена в эксплуатацию Сибирская АЭС, которая существует и по сей день [1].

Сибирская АЭС – закрытая секретная атомная электростанция, расположенная в Томской области России, в закрытом городе Северск, ранее Томск-7. Всего на Сибирской АЭС было установлено пять реакторов для выработки оружейного плутония для Сибирского химического комбината (с этим и связана её секретность). Сибирский химический комбинат – один из четырех российских заводов по обогащению урана.

В 1973 году от станции была построена специальная тепломагистраль до Томска. Это был первый мировой опыт по теплоснабжению крупного города. Но к сожалению в апреле 2008 года станция была окончательно оста-

новлена. Причиной остановки реакторов Сибирской АЭС стало соглашение от 12 марта 2003 года между Россией и США о прекращении производства оружейного плутония на реакторах в Северске и Железногорске.

Возможно, очень скоро мы станем свидетелями революции в атомной энергетике, ведь сегодня для этого сделан первый шаг. В Северске приступили к строительству ядерного комплекса, пламенным сердцем которого станет БРЕСТ-ОД-300 – быстрый реактор естественной безопасности. В этом году приступили к монтажу корпуса и установке механизмов первого в мире энергетического реактор-размножителя бассейного типа. Бетонный кокон вместит реактор на быстрых нейтронах. В его активной зоне заборурлит особая урано-плутониевая смесь, которая сможет воспроизводить сама себя в замкнутом цикле хоть до бесконечности. А в качестве теплоносителя – расплавленный свинец.

Для того, чтобы воплотить этот амбициозный проект в жизнь потребуются множество рабочих рук, в первую очередь строительных специальностей.

Не случайно, что строительная сфера является индикатором экономического роста государства. В периоды активного развития экономики, строительная отрасль растет вместе с ней, поэтому в нашей стране функционирует большое количество строек: строятся заводы, дороги, электростанции, морские порты, мосты.

Для строительства объектов такого плана необходимо большое количество низкоквалифицированной рабочей силы, поэтому существует организация Российские Студенческие Отряды, а в частности Студенческие Строительные Отряды, которые занимаются трудоустройством студентов на летний период, называемый Третьим Трудовым Семестром. Студенты могут работать именно в летние месяцы, а в остальное время заняты учебой. При этом молодые люди легко обучаются, инициативны, а в условиях отряда организованны и дисциплинированы. Все это делает студенческие отряды незаменимыми при проведении строительных работ.

Чтобы доброволец смог поехать на стройку, ему необходимо в первую очередь вступить в студенческий строительный отряд, а для этого необходимо быть студентом очной формы обучения и не иметь задолженностей по учёбе.

Первый студенческий строительный отряд в Кузбассе был сформирован 5 июля 1967 года. Состоял он в основном из студентов СМИ (сегодня СибГИУ). Поэтому и наш отряд *«Автоном»*, продолжая традиции университета, в этом году отправился на одну из важнейших строек нашей страны – город Северск. Северск – место, где проходила ВСС «Мирный Атом – ПРОРЫВ 2021». Он является самым населённым закрытым городом в России. Статус секретности снят в 1989 году. Без допуска от Росатома невозможно купить жильё или устроиться на работу, поэтому, пройдя отбор среди отрядов других регионов нашей необъятной родины, наш студенческий отряд был внесён в списки на ВСС и получил разрешение поехать на стройку. Кроме сбора и оформления документов на трудоустройство, необходимо было пройти медосмотр, ведь работать предстоит в сложных условиях. Кроме этого из-за

неблагоприятной эпидемиологической ситуации в стране бойцам также пришлось проходить ПЦР-тестирование на коронавирус. После получения результатов, были куплены билеты и наш отряд в составе 11 бойцов отправился на место назначения.

6 июля мы прибыли сначала в Томск, а затем были доставлены и размещены для проживания в санаторий-профилакторий №2 «Улыбка». Здесь нас ждал радужный прием, светлые комнаты, оборудованные всем необходимым (телевизор, микроволновая печь и др.), и трехразовое питание. В этом году на стройку прибыло 18 отрядов из 12 регионов нашей страны. В общей сложности 250 человек. Для организации работ был составлен график выхода отрядов на смену.

Самое важное при проведении строительных работ – это техника безопасности, поэтому перед работой студенты прошли 3-дневную стажировку. Кроме этого каждое утро и вечером в рабочий день проходила «Линейка безопасности», на которой осуществлялась переключка работающих отрядов и их бойцов, оглашались рабочие места, проводился инструктаж.

Для работы с электроинструментом работник обязан получить удостоверение, подтверждающее его знания и умения в данной деятельности.

На строительной площадке рабочими и бойцами стройотрядов производилось армирование и заливка фундамента, возведение опалубки, гидроизоляция, уборка строительного мусора.

Каждое утро отряды получали наряд-допуск и шли на рабочее место выполнять сменное задание. По выполнении сменного задания командир получал новое.

За 15 минут до конца смены командир или мастер подсчитывали произведенный объем работ. Каждому виду работ присваивается своё значение, наименование и коэффициент. Выполненный объем защищается и подписывается прорабом участка.

Все отряды на стройке боролись за получение знамени стройки, для этого выполняли большой объем работ, участвовали во всех спортивных и творческих мероприятиях. Знамя стройки получал только тот отряд, который по совокупности занял лучшие места как по производственной деятельности, так и по спортивным и творческим конкурсам.

На данный момент происходила заливка бетона в основание атомного энергоблока. Сейчас он пока состоит преимущественно из арматуры, вязкой которой мы в основном и занимались. Но, уже к началу осени, основание вырастет до десяти метров.

Так небольшой город Северск в Томской области стал первым в мире местом, где начато строительство реактора, способного из отработанного ядерного топлива производить новое. Такого в мировой атомной энергетике еще не делал никто и нас переполняет чувство гордости и сопричастности к этому важнейшему событию века. Нам представилась возможность поучаствовать в строительстве энергоблока БРЕСТ-ОД-300. Выполняя строительные работы, мы получили ценный опыт, пройдя профессиональные пробы в роли

бетонщиков и арматурщиков. В свободное от работы время с удовольствием принимали участие в творческих конкурсах, спортивных мероприятиях, любовались достопримечательностями и красотами природы необычного удивительного славного города Северска.

Библиографический список

1. История мирного атома Анастасия Калмыкова [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://diletant.media/articles/45256829/>.
2. Сибирская АЭС – секретная АЭС в СССР [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <https://miraes.ru/sibirskaya-aes-sekretnaya-v-sssr/>.

УДК 625.8:678.046.7

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИКОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Колмыков Е.И.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В статье представлены теоретические основы повышения прочности дорожных покрытий за счет оптимизации структуры асфальтобетонных конструктивных слоев с учетом технологических возможностей современных машин, оборудования и условий эксплуатации. Экономическая эффективность и широкая область применения геосинтетиков позволяют говорить о них как весьма перспективных материалах.

Ключевые слова: геосинтетики, дорожное покрытие, георешетки, асфальтобетон, армирование.

В связи со значительным увеличением транспортных нагрузок и повышением требований к транспортному и эксплуатационному состоянию автомобильных дорог усиление конструкций дорожного покрытия стало актуальной задачей. Сегодня таким образом уже построены тысячи километров автомагистралей во многих странах Европы и США. Следует отметить, что в России геосинтетические материалы в последние годы стали широко применяться при строительстве, ремонте и реконструкции автомобильных дорог и аэродромов в различных регионах, в том числе в суровых климатических условиях. В то же время мнения экспертов об эффективности использования георешеток и плоских георешеток для армирования дорожных покрытий сильно разнятся - от безоговорочного принятия до категорического отрицания.

Дальнейшее развитие Российской Федерации на современном этапе тормозится в связи с отсутствием развитой сети автомобильных дорог с надежными конструкциями дорожных одежд с использованием высококаче-

ственных долговечных материалов.

Федеральная целевая программа «Развитие транспортной системы России (Подпрограмма «Автомобильные дороги») ставит задачи по повышению транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог, что стимулируется высокими темпами роста автомобильного парка России.

Накопленный опыт эксплуатации асфальтобетонных покрытий свидетельствует о том, что они часто выходят из строя значительно раньше срока, определяемого износом от воздействия колес транспортных средств, в связи с увеличением интенсивности дорожного движения, усилением осевых нагрузок, изменением условий эксплуатации и дорожно-эксплуатационных воздействий. В результате этого возникают различные деформации и разрушения, что отражается на транспортно-эксплуатационном состоянии автомобильных дорог и приводит к увеличению затрат на работы по их восстановлению и ремонту.

Нормативные документы и рекомендации, регламентирующие методику проектирования составов асфальтобетонных смесей, применяемые технологические приемы пока не учитывают принципы структурообразования асфальтобетона на всех технологических этапах, не отражают особенности и многообразие существующих типов и видов асфальтобетонных смесей, эксплуатационное назначения конструктивных асфальтобетонных слоев дорожной одежды.

Технологические возможности машин и оборудования, в том числе ведущих зарубежных производителей не всегда сочетаются со свойствами уплотняемых асфальтобетонных смесей, что проявляется в неоднородности уплотненных конструктивных слоев дорожной одежды и отражается на их эксплуатационной надежности.

Современная технология позволяет использовать машины, оборудование, поверхностно-активные добавки с принципиально новыми технологическими возможностями, что позволяет направленно регулировать строительно-техническими, технологическими и эксплуатационными свойствами асфальтобетона. Этому препятствует отсутствие надежной теории, объясняющей структурообразование асфальтобетона и деструктивные процессы, происходящие при его эксплуатации в современных условиях.

Достаточно широкое распространение в укреплении автомобильных дорог получили геосинтетические материалы, по-другому это называется: "Армирование автомобильных дорог".

Использование геосинтетики в дорожном строительстве уже имеет свою историю, хотя и не очень продолжительную. За рубежом геосинтетику в виде геотекстилей применяют с конца 60-х годов.

Производство этих материалов в мире развивалось стремительно, и в настоящее время на мировом рынке предлагается большое количество различных видов геотекстилей, геосеток, георешеток и геосот, геонитей, а также геоплит, используемых в качестве термоизоляторов. Все они различаются по своему назначению, составу исходного сырья, технологии получения,

расходу полимера, физико-механическим характеристикам, ширине полотен и т.п. В частности, геотекстиль (нетканые полотна иглопробивного или клеевого способа производства) изготавливают из синтетических волокон: полиэфир (лавсан), полипропилен, полиамид (капрон); геосетки — из полиэфирных или полипропиленовых нитей повышенной прочности, стеклоровингов; геоплиты — на основе полистирола.

Геосинтетики - это полимерные материалы, предназначенные для изменения природных свойств почв. Изменение, как правило, касается фильтрационных свойств грунта (обычно производится уменьшение коэффициента фильтрации слишком рыхлого грунта) или его прочностных характеристик (например, увеличивается прочность слабых грунтов с помощью армирования георешеток).

Качественные и химико-физические характеристики геосинтетических материалов определяются свойствами полимеров, используемых для их производства. Итак, такие качества, как водостойкость и морозостойкость, коррозионная стойкость, малый вес, высокая прочность на разрыв - «заслуга» полимеров, в то же время недостатки полимеров (быстрое старение под воздействием УФ-излучения, падение прочности при температуре + 80 - 120 ° С, а также горючесть) нивелируются спецификой применения ГС. Материалы используются в конструкциях, подавляющую часть объема которых составляют грунты или рыхлые породы, защищающие полимеры от воздействия света и температуры.

Прародителем геосинтетических материалов считают геотекстиль. Те же зарубежные нормативы изначально создавались на эти материалы.

В зависимости от области применения в грунтовых конструкциях геосинтетики в целом могут выполнять такие функции:

- Армирование, для улучшения сопротивления сдвигу зернистых материалов;
- Разделение, для сохранения конструктивной целостности зернистых слоев;
- Фильтрация, для пропуска жидкости и удержания грунтовых частиц;
- Дренаж, для сбора и отвода жидкости за пределы конструкции;
- Контроль эрозии, при предотвращении эрозии грунта под действием воды или ветра;
- Защита, для предотвращения повреждения конструктивного слоя, например, изоляции, вокруг искусственных сооружений в земляном полотне при их засыпке;
- Изоляция, для предотвращения миграции жидкостей и газов.

Библиографический список

1. Цумников С. Г. Строительство дорожных одежд и материально-техническое обеспечение дорожного строительства / С.Г. Цумников, Л.С. Цупникова : Москва : 2021г. – 320 с.
2. Пономарев А.Б., Офрихтер В.Г. Анализ и проблемы исследований

геосинтетических материалов в России. Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. - 2013. - № 2. - с. 68-73.

УДК 624.12

АВТОТЕХЦЕНТР В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Маковкина Е.Б.

Научные руководители: доцент Музыченко Л.Н., Буцук И.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье представлено описание архитектурно-конструктивных решений автотехцентра в г. Красноярск, представляющего собой многоэтажное здание с рамно-связевым стальным каркасом.

Ключевые слова: автотехцентр, общественное здание, конструктивное решение, стальные конструкции.

Автомобили – это дорогой товар, поэтому представлять его под открытым небом не самое грамотное с точки зрения продавца решение. Возможность выставить автомобили в теплом и комфортабельном помещении всегда имеет свои преимущества, а внешний вид салона создает первое впечатление для покупателя.

В данной статье рассмотрено здание автотехцентра, которое было введено в эксплуатацию в 2011 г. в г. Красноярске (рисунок 1). Центр предоставляет комплексные услуги, включающие как продажу автомобилей, запчастей и сопутствующих товаров, так и техническое обслуживание автомобилей. Также автотехцентр предлагает для своих клиентов услуги по страхованию, кредитованию и лизингу.

Общие размеры здания автотехцентра в плане составляют 60×66 м, верхняя отметка несущих конструкций – +56,750 м.

Здание состоит из технических этажей, помещения шоурума и помещений офисов, расположенных в высокой части здания. В технической части здание – четырех-пятиэтажное с отметкой покрытия +30,000 м и трехэтажное с отметкой покрытия +19,500 м. Высота технических этажей – 4,5 м. Помещение шоурума расположено на отм. +24,000. Помещения офисов расположены в высокой части здания с отм. +27,900 (всего 7 этажей), высота одного этажа – 3,9 м.

Нормативная температура воздуха (+18°C) и влажность воздуха (55%) в производственных помещениях создаются с помощью применения естественной и искусственной вентиляции. Естественное освещение создано с помощью устройства витражей в стенах, а недостающее естественное освещение компенсируется электрическим.

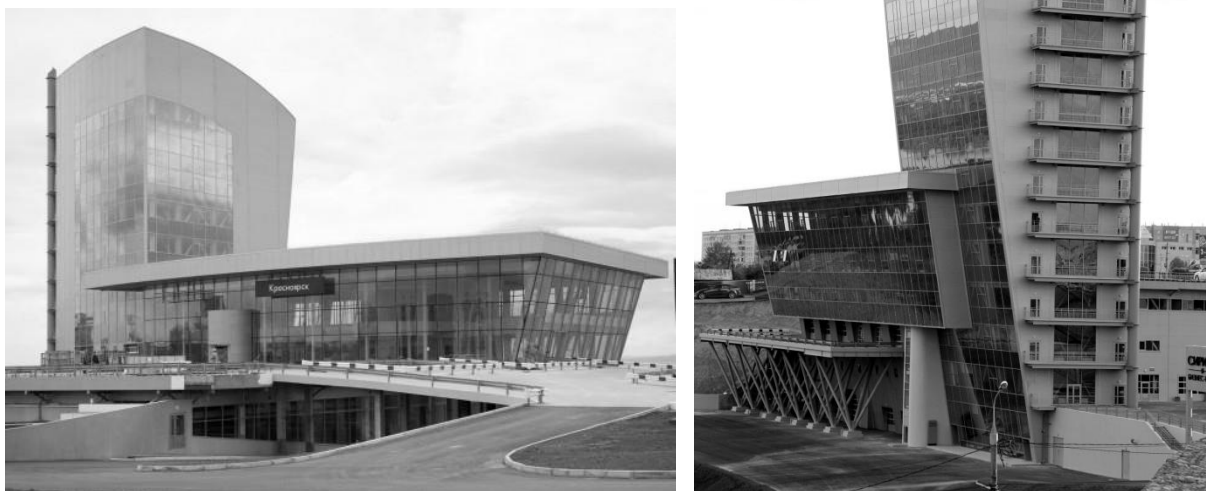


Рисунок 1 – Здание автотехцентра

Здание решено со стальным каркасом. В технической, низкой части здания, жесткость каркаса обеспечивается в продольном направлении вертикальными связями раскосного и полураскосного типа, в поперечном направлении – жестким рамным сопряжением ригелей, в том числе ферм, с колоннами. В офисной части здания выше отм. +24,000 м рамная жесткая система предусмотрена в двух направлениях, ниже отм. +24,000 м – в поперечном направлении применена рамно-связевая система, в продольном – связевая. Монолитные железобетонные перекрытия выполняют роль горизонтальных дисков каркаса. Все колонны жестко опираются на фундаменты.

Колонны – металлические сварные двутаврового сечения (марка стали С345-3). Колонны имеют нерегулярный шаг, изменяющийся в поперечном направлении (5 м, 6 м и 7,0 м), в продольном направлении шаг колонн – регулярный (6 м). Вдоль одной из продольных осей наружные стены и каркас имеют отрицательный угол наклона, поэтому ширина пролета А-Б изменяется по высоте. Шаг колонн в пролете Г-Д также меняется из-за овальной формы стены, отделяющей офисную часть здания от технической. Монтажные стыки колонн – сварные. В высокой части здания был предусмотрен безвыверочный монтаж колонн, в низкой части монтаж колонн выполнялся с помощью выверочных гаек, регулирующих положение опорных плит, приваренных к стержням колонн. Схема размещения колонн представлена на рисунке 2.

Со стороны осей 1, 12 и ряда Л по периметру здания отметка планировки земли изменяется от +6,000 (вдоль оси 12) до +16,000 (вдоль оси 1); вдоль ряда А отметка планировки земли – 0,000.

Для удобства персонала и клиентов предусмотрена открытая стоянка автомобилей на отм. +19,500, являющаяся одновременно покрытием здания.

Пролетные несущие конструкции здания – большей частью сварные рамные ригели, пролетом 6 и 12 м. Ферма под открытой стоянкой – с параллельными поясами из прокатных уголков пролетом 24 м. Монтажные стыки

ферм и жесткие узлы крепления к колоннам выполнены на сварке. Балки покрытия опираются на ферму через сварные тавры. Рамные узлы колонн и ригелей выполнены на горизонтальных накладках, на сварке.

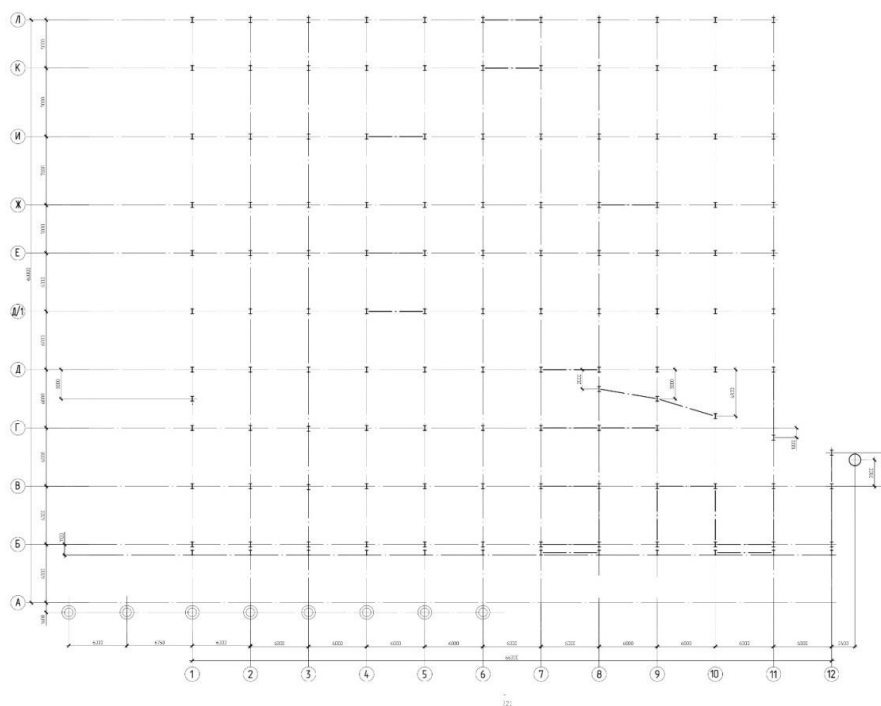


Рисунок 2 – План колонн на отм. 0,000

Вертикальные связи по колоннам – из гнутосварных квадратных профилей сечением 200x10 мм, за исключением помещения шоурума, где связи выполнены из электросварных труб $\text{Ø}159 \times 7$ мм. Узлы крепления связей – на сварке. Поперечный разрез данного объекта представлен на рисунке 3.

Все перекрытия – железобетонные монолитные по стальным балкам. Для всех монолитных железобетонных перекрытий и покрытий обязательно регулярное крепление арматуры к верхним поясам второстепенных балок перекрытия.

Со стороны оси 12, начиная с отметки перекрытия +10,500 и до отм. +47,400 предусмотрен балкон; за балконом для размещения труб автономной котельной на отдельном фундаменте устанавливается труба сечением 1420×12 мм. Горизонтально труба раскреплена к каркасу здания в уровне каждого перекрытия. Свобода температурных перемещений трубы обеспечивается скольжением стали по прокладкам из фторопласта.

Вдоль наклонной стены выполнена эстакада для обеспечения въезда автомобилей в мойку, размещаемую на перекрытии на отм. +10,500 м. Эстакада конструктивно представляет собой железобетонное монолитное перекрытие с несущими стальными балками. Главные балки перекрытия опираются на пространственную стойку, составленную сопряжением 4-х электросварных труб $\text{Ø}325 \times 8$ мм. В горизонтальном направлении и от опрокидывания эстакада крепится к колоннам каркаса.

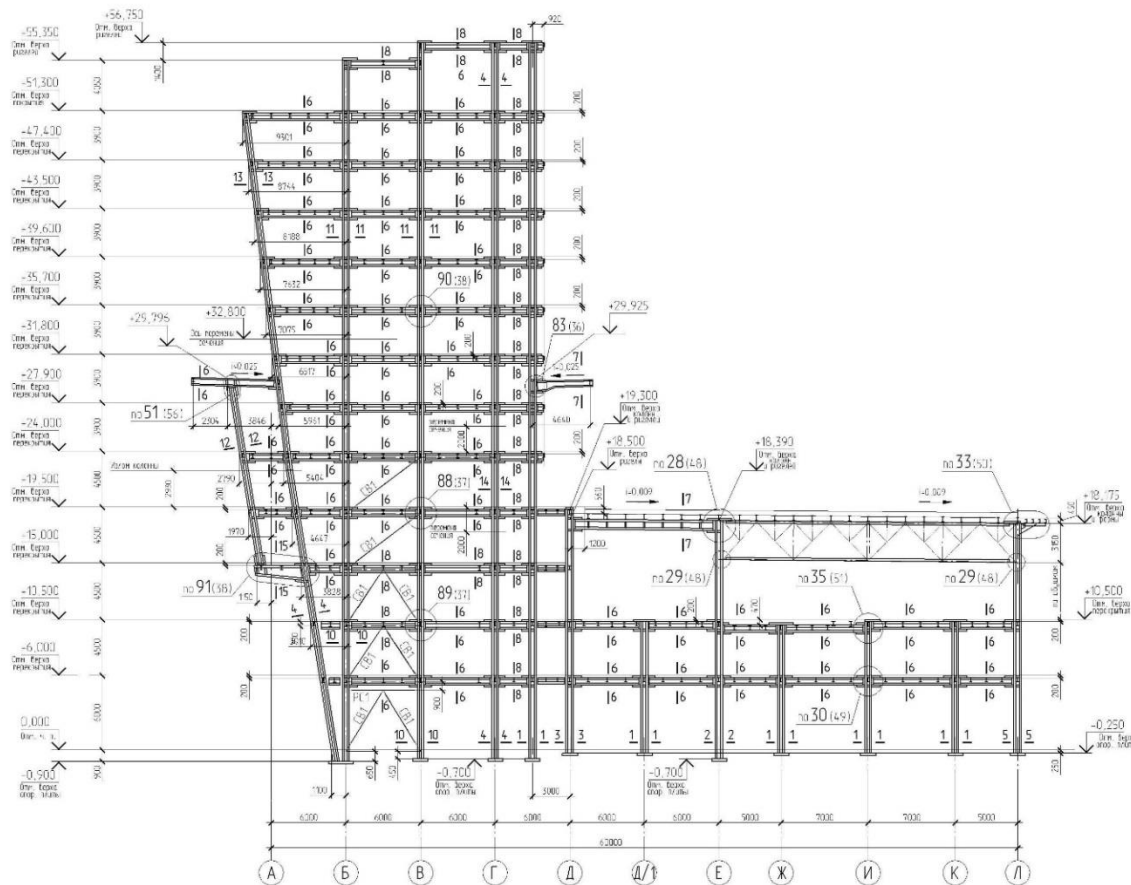


Рисунок 3 – Поперечный разрез

Кровли во всех уровнях решены с внутренним водостоком, кроме пролета Е-Л, где выполнен уклон в сторону ряда Л. Несущей конструкцией мягкой кровли здания является профилированный настил марки Н114-600-1.0. Для создания горизонтального диска жесткости в покрытии здания с несущей конструкцией из профнастила выполнено крепление последнего к балкам и ригелям покрытия в каждом гофре.

Библиографический список

1. СП 16.13330.2017. «Стальные конструкции». М. 2017г. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*; введ. 28-08-2017 // Техэксперт : информационно-справочная система. Электронные данные. – Москва, 2017. Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.
2. Металлические конструкции [Текст] : учебник для студентов учреждений высшего проф. образования / Ю.И. Кудишин [и др.]; под ред. Ю.И. Кудишина. – 13-е изд., исправл. – Москва: Издательский центр «Академия», 2011г. – 688 с.
3. Металлические конструкции [Текст] : специальный курс : учебник для вузов по специальности «Промышленное и гражданское строительство» / Е.И. Беленя [и др.]; под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – Москва: Стройиздат, 1985г. – 560 с.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СЕЙСМИЧЕСКИХ ЖЕСТКОСТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

Пеньшина Е.Е.

Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Платонова С.В.

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

В данной статье представлены результаты применения метода сейсмических жесткостей для количественной оценки относительных изменений (приращений) сейсмической интенсивности на участках с различными инженерно-геологическими условиями.

Целью данной работы является продемонстрировать важность уточнения данных сейсмического районирования и степень сейсмической опасности на застраиваемых территориях.

Ключевые слова: метод сейсмических жесткостей, сейсмическое районирование, проектирование сейсмостойких сооружений.

Данное направление является очень важным с точки зрения строительства в сейсмоопасных районах, где учёт максимальной интенсивности воздействия от возможных землетрясений при проектировании сейсмостойких сооружений является обязательным и регламентируется целым рядом строительных норм и правил.

Метод сейсмических жесткостей применяется в комплексе с другими инструментальными методами для количественной оценки относительных изменений (приращений) сейсмической интенсивности на участках с различными инженерно-геологическими условиями.

Под сейсмической жесткостью подразумевается величина, определяемая произведением двух физических характеристик грунтов: их плотностью ρ и скоростью распространения объемной волны V (продольной или поперечной).

Оценивать приращения сейсмической интенсивности по методу сейсмических жесткостей следует путем сравнения значений сейсмических жесткостей изучаемых и эталонных грунтов с учетом влияния обводненности разреза и возможных резонансных явлений.

Согласно п.п. 6.2.2, 6.2.3 СП 11-105-97 ч.VI определение физико-механических характеристик грунтов по данным геофизических исследований следует производить на основе корреляционных зависимостей, установленных для литологических разновидностей пород с учетом их региональных особенностей или лабораторными методами. Согласно СП 14.13330.2018, мощность расчетной толщи принимается 30м.

Средневзвешенная плотность по данным расчета составляет 1,93 г/см³.

Таблица 1 - Расчет средневзвешенной плотности

№ ИГЭ	Характеристика грунтов	Плотность грунта, г/см ³	Мощность слоя по скважинам, м					
			1	2	3	4	5	6
1	Насыпной крупнообломочный грунт	2,10	2,5	1,2	0,6	0,4	1,1	1,0
2а, 2б, 2в	Суглинок аллювиальный полутвердый, тугопластичный, мягкопластичный	1,99-1,90-1,89 (1,93)	27,5	28,8	29,4	29,6	28,9	29,0
Средневзвешенная плотность в 30м толще		1,93						
УГВ, факт/прогноз, м		- / 10,0						

Оценка приращения сейсмической интенсивности по методу сейсмических жесткостей проводилась путем сравнения жесткостей изучаемых и эталонных грунтов с учетом влияния обводненности разреза и возможных резонансных явлений по формуле:

$$\Delta J = \Delta JС + \Delta JВ + \Delta JР, \quad (1)$$

где ΔJ - суммарное приращение сейсмической интенсивности (в баллах) относительно исходной (фоновой) балльности, принимаемой для района исследований в соответствии с РСН 60-86;

$\Delta JС$ - приращение сейсмической интенсивности за счет различия сейсмической жесткости грунтов на изучаемом и эталонном участке;

$\Delta JВ$ - приращение сейсмической интенсивности за счет ухудшения сейсмических свойств грунтов на изучаемом участке при обводнении (водонасыщении);

$\Delta JР$ - приращение сейсмической интенсивности за счет возможного возникновения резонансных явлений при резком различии сейсмических жесткостей в покрывающей и подстилающей толще пород изучаемого разреза. Это приращение не учитывалось, т.к. расчетная толща суглинистых грунтов залегают на подстилающей толще более плотных грунтов с сейсмической жесткостью значительно большей по сравнению с покрывающими грунтами.

Приращение сейсмической интенсивности за счет различия грунтовых условий $\Delta JС$ определяется по формуле:

$$\Delta JС = 1,67 \lg \left[\frac{V(p,s)э * pэ}{V(p,s)и * pi} \right], \quad (2)$$

где $V(p,s)э$ и $V(p,s)и$ - средневзвешенные значения скоростей распространения продольных или поперечных волн для расчетной толщи грунтов на эталонном и исследуемом участке, м/с;

$pэ$ и pi - средневзвешенные значения плотностей грунтов для расчетной толщи на эталонном и исследуемом участке, г/см³;

Приращение сейсмической интенсивности при водонасыщении грунтов определяется по формуле:

$$\Delta I_B = K * e^{-0,04h^2},$$

где K - коэффициент, зависящий от литологического состава грунтов, принимается 1,0 (п.3.4.7 РСН-65-87 СМР);

h - отметка уровня грунтовых вод.

Расчет приращения сейсмической интенсивности ΔI приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Расчет приращений сейсмической интенсивности

№ПН (Скв.)	1(6)		2(-)		3(4)	
	Vp	Vs	Vp	Vs	Vp	Vs
Исходные данные						
Скорость волн в 30-ти метровой толще, V, м/с	1254	220	1184	157	829	238
Среднее значение плотности для 30-ти метровой толщи, г/см ³	1,93					
Уровень грунтовых вод — факт/прогноз, м	- /10,0					
Результаты расчета						
Приращение за счет различия сейсмических жесткостей грунтов на изучаемом и эталонном участке, ΔI_c , балл	-0,59	0,18	-0,54	0,42	-0,29	0,12
Среднее приращение — факт, ΔI_c , балл	-0,21		-0,06		-0,09	
Приращение за счет ухудшения сейсмических свойств грунтов на изучаемом участке при водонасыщении — факт/прогноз, ΔI_b , балл	- /0,02					
Суммарное приращение относительно исходной балльности-факт/прогноз, ΔI , балл	-0,21/-0,19		-0,06/-0,04		-0,09/-0,07	
Среднее значение приращения — факт/прогноз, ΔI , балл	-0,12/-0,10					
Сейсмическая интенсивность с учетом исходной сейсмичности 7,03 балла (карта ОСР-2015 В), факт/прогноз, балл	6,82/6,84		6,97/6,99		6,94/6,96	
Среднее значение сейсмической интенсивности с учетом исходной сейсмичности 7,03 балла (карта ОСР-2015 В), факт/прогноз, балл	6,91/6,93					
Сейсмическая интенсивность с учетом исходной сейсмичности 8,13 балла (карта ОСР-2015 С), факт/прогноз, балл	7,92/7,94		8,07/8,09		8,04/8,06	
Среднее значение сейсмической интенсивности с учетом исходной сейсмичности 8,13 балла (карта ОСР-2015 С), факт/прогноз, балл	8,01/8,03					
Примечание: 1. Промежуточные расчеты по формулам выполнены в автоматическом режиме и в тексте не приводятся.						

Библиографический список

1. СП 11-105-97. Инженерно-геологические изыскания для строительства. М., Госстрой России, 2000

2. СП 14.13330.2018. Строительство в сейсмических районах. М., Минстрой России, 2018

3. Наука и молодёжь: 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, 2018 – Вып.22. – Ч. III. Технические науки. – 392 с., ил. – 148, таб. – 33.

УДК 624.131:004.942

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ

Александрова Е.В., Платонов А.В.

Научный руководитель: кад. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Рассмотрена необходимость производства комплексного моделирования геотехнической системы «конструкции здания – грунты основания» в расчетном программном комплексе ЛИРА-САПР, эффективность которого определена путем сравнения с результатами расчетов действующих нормативных документов.

Ключевые слова: ЛИРА-САПР, система ГРУНТ, геотехническая система «конструкции здания – грунты основания», комплексное математическое моделирование, расчетные программные комплексы.

Программный комплекс ЛИРА–САПР имеет развитую графическую среду и дает возможность экспортировать и импортировать файлы и работать с такими системами как САПФИР-3D, Revit, Tekla, AutoCAD, ArchiCAD, Advance Steel, BoCAD, Allplan, STARK ES, Gmsh и др. Изополя, схемы деформации, изображение форм колебаний – это результаты, которые представляются в визуальном отображении программным комплексом ЛИРА [1]. Расчетные сочетания усилий, сочетания нагрузок, перемещения, напряжения, результаты подбора арматуры в железобетонном элементе или сечения металлических элементов – представляются в форме таблицы. Так же возможен режим вариативного проектирования, что облегчает и ускоряет процесс подбора экономически и технически рационального решения [2,3].

Суперэлементное проектирование [4] ускоряет решение задачи и снижает влияние плохой обусловленности большеразмерной матрицы. Проверка прочности по усилиям в сечениях [5] производит проверку по различным теориям прочности. Модули учета геометрической нелинейности, позволяют рассчитывать, как конструкции изначально геометрически неизменяемые (гибкие плиты и балки, гибкие фермы и др.) так и конструкции изначально геометрически изменяемые, для расчета которых необходимо вначале опре-

делить равновесную форму под заданный вид нагрузки (отдельные канаты, вантовые фермы, вантовые покрытия, тенты, мембраны и др.). Модули учета физической нелинейности на основе различных нелинейных зависимостей $\sigma - \epsilon$ [6], обеспечивают возможность компьютерного моделирования таких процессов нагружения как, например, моно-, так и би-материальных конструкций, с прослеживанием развития трещин, проявлением деформаций ползучести и текучести, вплоть до получения картины разрушения конструкции [7].

Система ГРУНТ является частью единой интегрированной системы программного комплекса ЛИРА-САПР. При проектировании зданий и сооружений система ГРУНТ учитывает взаимодействие грунтового основания с наземной конструкцией (рисунок 1), определяются значения вертикальных напряжений, учитываются влияние строящихся или существующих зданий, а также рассчитывается осадка и величина сжимаемой толщи грунта.

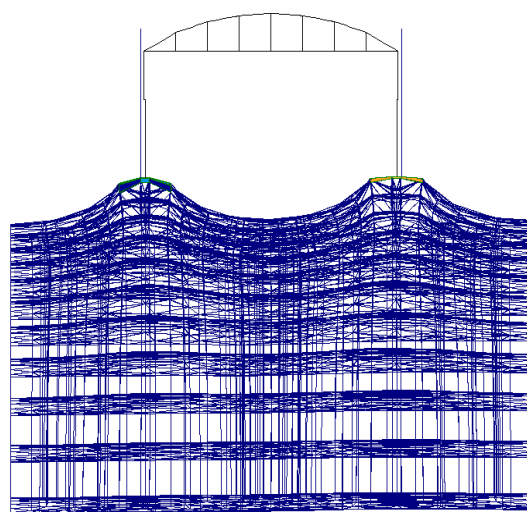


Рисунок 1 - Деформации грунтового основания системы ГРУНТ

Расчет коэффициентов постели производится в системе ГРУНТ по трем различным методам, которые можно задать непосредственно при расчете в программе. Величины коэффициентов постели для каждого конечного элемента автоматически передаются в общую аналитическую модель для дальнейшего расчета конструкций совместно с грунтовым основанием.

Задача о распределении напряжений в ряде случаев упрощается, если ее удастся свести к так называемой плоской задаче, т.е. такому состоянию, когда напряжения распределяются в одной плоскости и не зависят от координат, перпендикулярных рассматриваемой плоскости [8]. При этом предполагается, что в направлении, перпендикулярном рассматриваемой плоскости, нагрузка не меняется.

Следует отметить весьма важное свойство плоской задачи, заключающейся в том, что составляющие напряжений в рассматриваемой плоскости не зависят от деформационных характеристик линейно-деформируемого полупространства и будут справедливы для всех тел, для которых зависимость между напряжениями и деформациями может быть принята линейной [1].

Создание плоского грунтового массива в системе ГРУНТ после построения схемы и приложения нагрузок начинается с задания признака схемы [9], в данном случае схема будет иметь три степени свободы в узле (два перемещения и поворот).

Нами рассмотрена совместная работа железобетонного промышленного здания с грунтом основания. Поперечная рама воспринимала постоянные нагрузки (вес конструкций каркаса) и временные (крановые, снеговую и ветровую). Для расчета элементов поперечной рамы по предельным состояниям первой и второй групп учитывались наиболее неблагоприятные сочетания нагрузок. Указанные сочетания устанавливали из анализа реальных вариантов одновременного действия различных нагрузок для рассматриваемой стадии работы конструкции с учетом разных схем приложения временных нагрузок или при отсутствии некоторых из них. Временные нагрузки с двумя нормативными значениями включали в сочетания как длительные (при учете пониженного нормативного значения) или как кратковременные (при учете полного нормативного значения). Постоянные и временные нагрузки умножались на коэффициенты сочетаний: в основных сочетаниях для длительных нагрузок $\psi_1=1$, для кратковременных $\psi_2=0.9$, в особых сочетаниях для длительных нагрузок $\psi_1=0.95$; для кратковременных $\psi_2=0.8$, при этом особую нагрузку принимали без понижающих коэффициентов. При учете основных сочетаний, включались постоянные нагрузки, одна временная (длительная или кратковременная) коэффициенты ψ_1 и ψ_2 при этом не вводились. В основных сочетаниях при учете трех и более кратковременных нагрузок их расчетные значения определялись с учетом коэффициента сочетаний ψ_2 , равного для первой (по степени влияния) кратковременной нагрузки 1.0, для второй – 0.8, для остальных – 0.6. При учёте сочетаний нагрузок за одну временную принималась нагрузка от одного или нескольких источников, если их совместное действие учитывалось нормативным и расчетным значением нагрузки. Для каждого сочетания нагрузок рассматривались следующие комбинации усилий: наибольший M_{\max} и соответствующая ему продольная сила N , наибольший отрицательный момент M_{\min} и соответствующая ему сила N , наибольшая продольная сила N_{\max} и соответствующий ей момент N . Кроме того, для каждой комбинации усилий в сечениях колонны у заделки (обреза фундамента), определялись поперечные силы Q а так же усилия при $\gamma_f=1$ в тех же сечениях колонн, последние использовались для расчета оснований под фундаментами по деформациям.

Одноветвевые колонны задавались как стержни, оси которых проходили через центр тяжести надкрановой и подкрановой частей соответственно, жесткость назначалась «Брус», размеры подкрановой части 0.8x0.5 м, размеры надкрановой части 0.8x0.6. Надкрановая и подкрановая части в уровне низа подкрановой балки соединялись так же стержнем. Компоновка фермы выполнялась элементом «Стержень» [8], жесткость назначались «Брус», размеры сечений принимались согласно серии 1.463.1-3/87. Покрытие выполнялось перемещением образующей верхнего пояса фермы, конечные

элементы - «Четырехугольные пластины», жесткость пластин соответствовала высоте $H=30$ см. Стеновые панели, а также остекление назначались как балка-стенка, из конечных элементов «Пластина», жесткость панелей варьировалась. Подкрановые балки назначались как «Стержни», жесткость соответствовала жесткости сварного двутавра. Для закрепления подкрановой балки использовались «Жесткие вставки». Фундаменты назначались как плиты. Треугольные конечные элементы (рисунок 2), обеспечивали совместную работу основания и фундаментной плиты.

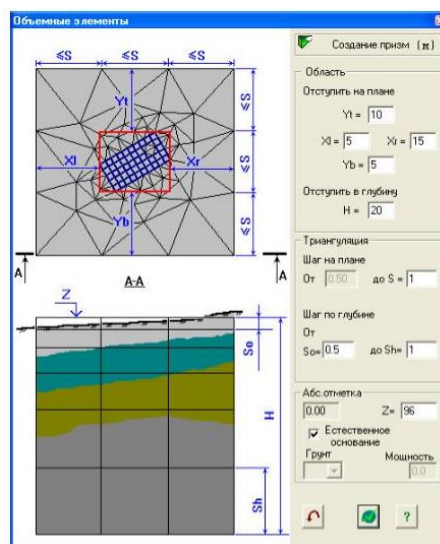


Рисунок 2 - Диалоговое окно «Объемные элементы»

В местах стыка фундаментной плиты и колонны назначались абсолютно жёсткие тела. 3D- вид пространственного каркаса показан на рисунке 3.

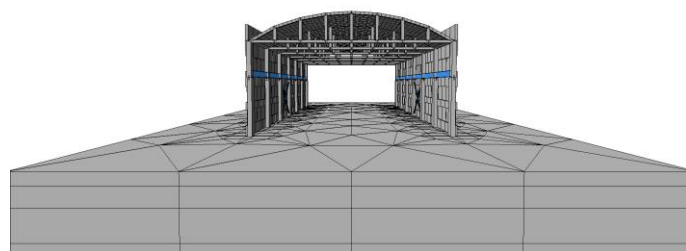


Рисунок 3 - 3D вид расчетной схемы с трехмерным массивом

Нами выполнен расчет железобетонного каркаса и фундамента на грунтовом основании в программном комплексе ЛИРА-САПР с применением системы ГРУНТ.

Произведены расчеты по определению расчётных осадок, на основании расчетов можем сделать вывод о величине осадок фундамента по изополям перемещений R_z . Для этого выбираем отдельный фундамент в середине здания и берем ее за результат расчета.

Осадка фундаментов отражена в модуле грунт, составляет 0,19 мм.

Значения осадок (таблица 1) полученные с использованием программного комплекса ЛИРА–САПР и ЛИРА–САПР с применением системы ГРУНТ, различны.

Расчет осадок отдельно стоящего фундамента методом послойного элементарного суммирования выполнен как сумма осадок элементарных слоев грунта такой толщины, для которой можно без большой погрешности принимать средние значения действующих напряжений и среднее значение характеризующих грунты коэффициентов в пределах сжимаемой толщи [10]. Конечная стабилизированная осадка основания фундамента при ручном счете составила 15,06 мм, что существенно превышает значения, полученные с использование программного комплекса ЛИРА–САПР.

Достоинством системы ЛИРА–САПР с применением системы ГРУНТ является наглядность простираваемого рельефа грунта и горизонтов заложения грунтов.

Недостатками системы ЛИРА–САПР с применением системы ГРУНТ являются:

- система не учитывает жесткость над фундаментных конструкций
- система не предназначена для приложения нагрузок от грунта на уступы фундамента, вес грунтов выше отметки приложения импортированных нагрузок назначается вручную, иначе значения осадок будут завышены;
- рассчитывается только величина осадки фундамента.

Библиографический список

1. Водопьянов, Р. Ю. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2015. Руководство пользователя. Обучающие примеры : учебное пособие / Р. Ю. Водопьянов, В. П. Титок, А. Е. Артамонова. – Москва : Электронное издание, 2015. – 330 с. : ил. + флэш-накопитель.

2. Платонова С.В. Техничко-экономическое обоснование при выборе фундамента // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Сб. науч. тр II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Новокузнецк, 2019. – С.244–246.

3. Платонова С.В., Полуносик Е.А. Экономическое обоснование выбранного типа фундаментов // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет. – Новокузнецк, 2017. – С. 217–219.

4. Платонова С.В. Сопоставление результатов экспериментальных исследований напряженно-деформированного состояния грунтового основания под подошвой ленточных щелевидных фундаментов с результатами расчетов, полученными при помощи программы «PLAXIS» // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. № 3 (13). – С. 33–36.

5. Платонова С.В., Криворотов А.П. Применение численных методов расчета для оценки прочности тела щелевидных фундаментов // II Всерос-

сийская конференция «Актуальные проблемы строительной отрасли» (66-я научно – техническая конференция НГАСУ (Сибстрин)): тезисы докладов. – Новосибирск: НГАСУ (Сибстрин), 2009. – С.108.

6. Platonova S.V. The researches results of the slit strip foundation base of the stress-strain distribution // GEO-CHIANGMAI 2008 An international Conference on Geotechnical Engineering. 2008. – CHIANGMAI, 2008. – С. 275–284.

7. Платонова С.В. Оценка прочности щелевидных фундаментов с учётом пластических свойств грунтового основания // Известия вузов. Строительство. – 2009 – №5. – С.9–15.

8. Платонова С.В. Исследование характера напряженно – деформированного грунтового основания под подошвой ленточных щелевидных фундаментов // Строительная механика и расчет сооружений. – 2010 – №2 – С.14–22.

9. Карпунин, В. Г. Компьютерное моделирование плоских ферм и рам в программном комплексе ЛИРА-САПР : учебно-методическое пособие. – Москва Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 127 с. – ISBN 978-5-4475-9199-1. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463312>.

10. Кожевникова С.В. Напряженно – деформированное состояние упруго – пластического основания ленточных щелевидных фундаментов / С.В. Кожевникова, А.П. Криворотов // Монография. – Новокузнецк, 2002. – 213 с.

УДК 691.87:620.1

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ И АРМАТУРЫ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Голубчикова А.О.

Научный руководитель: кад. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

В данной статье автор проводит сравнительный анализ металлической арматуры с арматурой из композитных материалов. Также рассматриваются достоинства и недостатки композитной арматуры.

Ключевые слова: композитная арматура, металлическая арматура, строительный материал.

Многие считают, что металлическая арматура является единственным материалом в строительстве, с помощью которого выполняется армирование, но это не так. Существуют различные аналоги, которые превосходят ее по ряду характеристик. Хорошей альтернативой стальной арматуре служит композитная полимерная арматура, которая очень востребована на сегодняшний день. Но на самом ли деле она так хороша? Попробуем ответить на этот вопрос с помощью сравнения параметров композитной и металлической

арматуры.

Композитная арматура – неметаллические стержни из стеклянных, углеродных, базальтовых и арамидных волокон, которые пропитаны терморезактивным или термопластичным полимерным связующим.

На сегодняшний день композитная арматура активно используется в строительстве. Часто заменяют металлический каркас композитивным полимерным. Также стеклопластик широко используется для армирования отмостки вокруг зданий и для чаши бассейна, так как композитная арматура обладает высокими антикоррозионными свойствами.

Конечно, металлическая арматура также имеет ряд достоинств и активно используется в строительных конструкциях. Одним из таких достоинств является то, что металлическую арматуру можно гнуть и сваривать прямо на строительной площадке, в то время как композитную арматуру возможно только в специальных условиях на заводе-изготовителе. Также, используя железобетон как опору, выведя металлическую арматуру, ее можно использовать в качестве заземления и молниеотвода, а композитную арматуру нельзя, так как она является диэлектриком.

К преимуществам композитной арматуры относятся:

- высокая прочность;
- Легкий вес и транспортировка;
- Экономичность;
- Простота монтажа;
- Долговечность;
- Коэффициент расширения близкий с бетоном.

К недостаткам относится:

- Низкий модуль упругости;
- Низкая термостойкость;
- Опасность резки;
- Сложность производства.

Рассмотрим подробнее некоторые преимущества и недостатки. Легкий вес композитной арматуры позволяет сэкономить на ее транспортировке. В некоторых проектах также выгоднее выбирать композитную арматуру, так как используется оборудование, которое генерирует электромагнитные сигналы, а данная арматура обладает электромагнитной прозрачностью, и не подвергается влиянию электромагнитных полей, которые не обходят стороной металлическую конструкцию. При температурных воздействиях композитная арматура сильно деформируется и может быть очень опасна для жизни, в то время как металлическая теряет свою несущую способность при 600°C.

Производители композитной арматуры утверждают, что она прочнее металлической, но это не так. При одинаковых нагрузках, деформация бетона, в котором используют композитную арматуру, будет больше, чем в той, в которой используется металлическая. Это обосновывается тем, что расчетное сопротивление больше у композитной, но модуль упругости больше у

арматуры из металла.

В старых строениях с использованием стеклопластиковой арматуры вероятность появления среза увеличивается, в то время как металлические продержатся дольше. Это обосновывается тем, что металл тверже бетона и относительно пластичен, вследствие чего массы бетона не срезают арматуру при повреждении и она прослужит дольше.

И в заключении, хотелось бы отметить, что металлическая арматура является более надежной, проверенной временем.

Библиографический список

1. Композитная арматура // [https:// ru.wikipedia.org/wiki/ URL:// https://ru.wikipedia.org/wiki/Композитная_арматура/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Композитная_арматура/) (дата обращения: 31.01.2021)
2. «Молодой ученый» №18 сентябрь 2016 [https://moluch.ru/archive/122/ URL: https://moluch.ru/archive/122/33628/](https://moluch.ru/archive/122/33628/) (дата обращения 31.01.2021)
3. «Молодой ученый» №2, январь 2021 [https://moluch.ru/archive/344/ URL: https://moluch.ru/archive/344/77456/](https://moluch.ru/archive/344/77456/) (дата обращения 31.01.2021)

УДК 624.131

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФУНДАМЕНТНЫХ БАЛОК С НАБУХАЮЩИМ ОСНОВАНИЕМ

Исаков Е.Е.

Научный руководитель: кад. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnasha@yahoo.com*

Проблема строительного освоения территорий, сложенных набухающими грунтами, в настоящее время является весьма актуальной. Недооценка их набухания явилась причиной повреждения многих промышленных и гражданских сооружений.

Ключевые слова: набухающие грунты, фундаментная балка, основание, напряженно-деформированное состояние, метод конечных элементов.

Процессы набухания существенно осложняют строительство и эксплуатацию зданий и сооружений, районы их распространения интенсивно осваиваются. Это объясняется дефицитом свободных территорий для строительства, темпы которого в последнее время показывают тенденции к росту. Отличительной особенностью таких оснований является существенная зависимость их физических характеристик от влажностного и напряженного состояния грунтовой среды.

Строительная практика показывает, что недооценка специфических свойств набухающих грунтов оснований приводит к неравномерной и дли-

тельной во времени деформации, которая во многих случаях влечет за собой перенапряжение, преждевременный износ или разрушение несущих элементов конструкций (в том числе фундаментных балок). При этом стоимость ремонтно-восстановительных работ 35-40% первоначальной сметной стоимости сооружения.

Реальные набухающие основание с неравномерным распределением поля влажности являются типичным примером неоднородной среды. Помимо этого, они обладают ярко выраженными анизотропными свойствами. Таким образом, основными факторами, влияющими на НДС такого основания и взаимодействующего с ним сооружения, является зависимость параметров деформации как от физического состояния грунтового массива, так и от различия этих параметров по разным направлениям. Современный уровень развития экспериментальных методов исследований позволяет с достаточной степенью достоверности установить изменяемость физических и деформационных характеристик основания в зависимости от влажностного состояния грунта и направлений деформирования. Это дает возможность, в первом приближении, определить все основные соотношения теории расчета сооружений на неоднородном анизотропном набухающем основании в замкнутом виде.

Для практического расчета фундаментных балок, взаимодействующих с набухающим основанием, предлагается использовать метод Б.И. Жемочкина - А.П. Синицина (МЖС). Этот метод полностью совместим с дискретным представлением и позволяет учесть все особенности деформации набухающего основания.

В соответствии с общими положениями метода Б.И. Жемочкина - А.П. Синицина для расчета балок, взаимодействующих с основанием, выбирается основная система смешанного метода. На первом этапе определяется вектор реакций усилий, соответствующий обычной статической задаче без учета влажности. На втором этапе из решения дополнительной системы уравнений определяется вектор основания от набухания с учетом анизотропии основания. Особенностью определения элементов является то, что при $i=0,1,\dots,n-2$, они определяются из решения задачи МКЭ, а при $i=n-1, n$, они равны нулю. После определения суммарного вектора можно вычислить коэффициент полинома, аппроксимирующего реактивное давление и построить эпюры внутренних усилий в балке.

Анизотропия фильтрационных и (или) деформационных свойств основания в сочетании с явлениями набухания вызывает большие колебания напряженно-деформированного состояния (НДС) фундаментных балок и требует тщательного учета при проектировании инженерных сооружений в районах распространения набухающих грунтов.

Опыт многих исследований показывает, что при разработке прикладных программ наиболее удобна модульная структура комплекса. На основе такого подхода был разработан комплекс программ РС - FINTBEAF, применительно к IBM совместимым ПЭВМ, позволяющий определить влажностные поля при стационарном и нестационарном режимах влагопереноса с

учетом анизотропии этого переноса, а также прогнозировать НДС не только фундаментных балок, но и взаимодействующих с ними неоднородных анизотропно набухающих оснований.

Блочное описание конечно-элементной сети сокращает объем исходной информации, с помощью которого может быть описана любая расчетная схема. В качестве основного организационного принципа модульной программы принята построчная схема формирования матриц системы уравнений. Для экономного хранения матриц предложен алгоритм компактной упаковки с использованием матриц.

Анализ многочисленных результатов расчета оснований и взаимодействующих с ними фундаментных балок показал большое влияние анизотропии на распределение полей НДС в основании усилий в балках при различных сочетаниях параметров деформируемости основания и способов увлажнения.

Библиографический список

1. Чуквуали, Кенет Икечукву. Взаимодействие фундаментных балок с неоднородным анизотропным набухающим основанием : автореферат дис. ... кандидата технических наук : 05.23.17 / Моск. инж.-строит. ин-т. - Москва, 1991. - 19 с.

2. Фундаменты и фундаментные балки // URL: <https://mydocx.ru/12-56808.html>.

3. Фундаменты на набухающих грунтах // URL: <http://integross.net/fundamenty-na-nabuxayushhix-gruntax/>.

4. Особенности заложения фундаментов на набухающих грунтах // URL: <https://gdta.ru/poleznye-stati/osobennosti-zalozheniya-fundamentov-na-nabuhayushhix-gruntah/>

5. ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА НА НАБУХАЮЩИХ // <http://blagovest-info.ru> URL: https://conf.sfu-kras.ru/sites/mn_2012/thesis/s035/s035-054.pdf.

УДК 551.465

АПВЕЛЛИНГ: ОСОБЕННОСТИ, МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ

Екимова В.С.

Научный руководитель: кад. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: ekimova_valya97@mail.ru*

В данной статье рассмотрены два типа апвеллинга: возникающие в открытом океане и в прибрежной зоне. А также влияние апвеллинга на жизнь в море и океане, а также человеческую деятельность.

Ключевые слова: апвеллинг, пассат, глубинные воды.

Апвеллинг– это процесс вертикального движения воды в море, в результате которого глубинные воды поднимаются к поверхности [1, стр.5]. Апвеллинги классифицируют на два типа: 1) образующиеся в прибрежной зоне (рисунок 1); 2) образующиеся в открытом океане (рисунок 2).

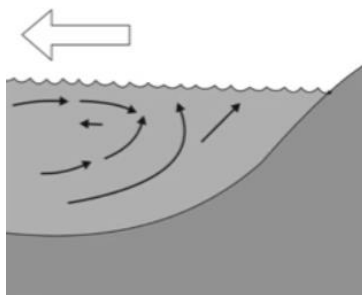


Рисунок 1 – Схема направления ветра и соответствующей циркуляции водных масс в прибрежной зоне

Прибрежные апвеллинги – это наиболее известный тип апвеллинга, который формируется при наличии благоприятной вдоль береговой компоненты ветра [2, стр.10-15]. Условием их возникновения в Северном полушарии является направление компоненты ветра с севера на юг при расположении берега слева и наоборот – в Южном полушарии (рисунок 2).

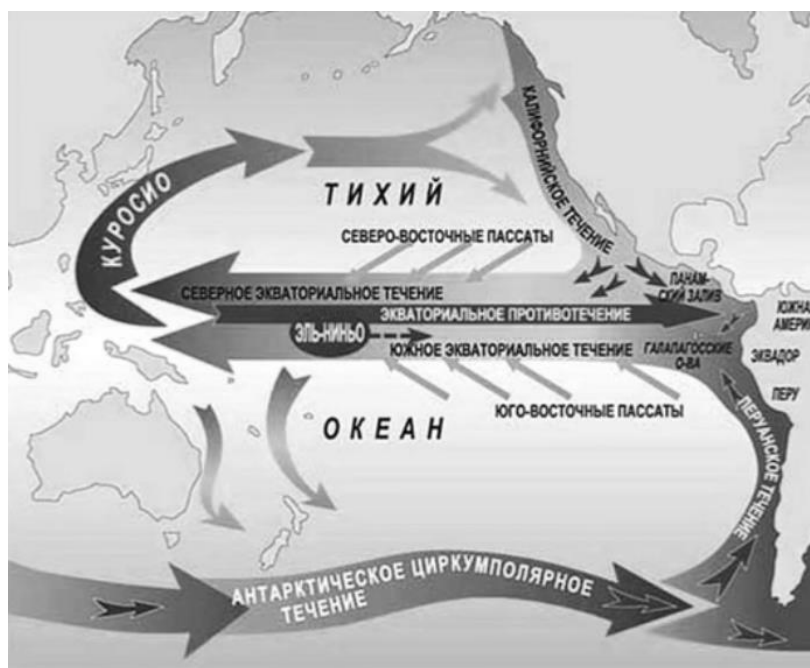


Рисунок 2 – Схема направления ветра

На апвеллинг воздействуют устойчивые восточные ветры – пассаты. Наиболее выраженный прибрежный апвеллинг наблюдается у западных побережий США, Марокко, Перу, Австралии и Южной Африки.

Некоторые прибрежные подъемы вод вызваны муссонными сезонными ветрами, например у Юго-Восточной Азии. В этом районе ветры, имеющие

зимой северо-восточное направление, летом будут иметь юго-западное направление. На большом протяжении вдоль восточных побережий Индии, Таиланда и Южного Вьетнама постоянство муссона и ориентация побережья вызывают апвеллинг.

Апвеллинговая зона – это ограниченный район, однако поднявшиеся воды и их влияние могут распространяться на сотни километров от нее. Глубинные воды, поднимающиеся к поверхности, по своим характеристикам отличаются от поверхностных вод, т.к. они плотнее и холоднее [3, стр.15-20]. Из этого следует, что температура верхнего слоя во время летнего периода подъема вод в районе апвеллинга может быть даже ниже, чем она бывает в зимнее время в этой зоне. Зимой из-за холодных поверхностных вод вертикальные градиенты температуры во время апвеллинга невелики, что влечет к развитию изотермического слоя.

Масштабы подъема вод, созданные ветром, обусловлены характеристиками ветра, а точнее: продолжительности, скорости, направления и разгона. Вероятность подъема глубинных вод находится в соответствии с сезоном.

В прибрежных зонах глубинные воды, которые поднялись к поверхности, образуют горизонтальные градиент плотности (рисунок 2), который порождает вместе с ветром развитие геострофических течений на поверхности вдоль берега. Они оказывают значительное влияние на метеорологические условия у берегов. Поднявшиеся воды выносят большое количество питательных веществ в эвфотическую зону, из этого следует, что апвеллинг способствует высокой органической продуктивности. Самые высокопродуктивные рыбопромысловые районы и заросли водорослей находятся у берегов Северной и Южной Америки и Африки. Апвеллинг вблизи зоны Антарктики содействует изобилию питательных веществ, которые, в свою очередь, поддерживают на необычайно высоком уровне развитие диатомовых водорослей (пища креветок, а креветки – пища китов).

В открытом океане апвеллинг связан с районами расхождения течений. В данных районах уровень океана снижается, и происходит приток более плотных и богатых биогенами глубинных вод.

По этой причине можно определить экваториальные районы Тихого океана из космоса по широкой линии высокой концентрации фитопланктона. Этот процесс продвигается настолько медленно, что измеряется в тысячных долях сантиметра в секунду. В открытом океане также формируются районы временных апвеллингов в результате воздействия донного рельефа (рисунок 3).

Помимо всего апвеллинг имеет влияние на органический состав морских донных осадков и на бентос [3, стр.281-290]. Допускают, что если концентрация органического вещества выше того количества, которое может быть растворено или выброшено течениями, возможно, его накопление на дне моря со временем превращается в нефть. Районом с пригодными условиями для накопления органического материала могут быть воды материкового склона. Для образования нефти осадки материкового склона должны быть покрыты отложениями неорганического происхождения, приносимыми со

склона суспензионными течениями. Если эти предположения справедливы, то каждый из районов подъема глубинных вод над материковым склоном может впоследствии стать районом нефтяных месторождений.

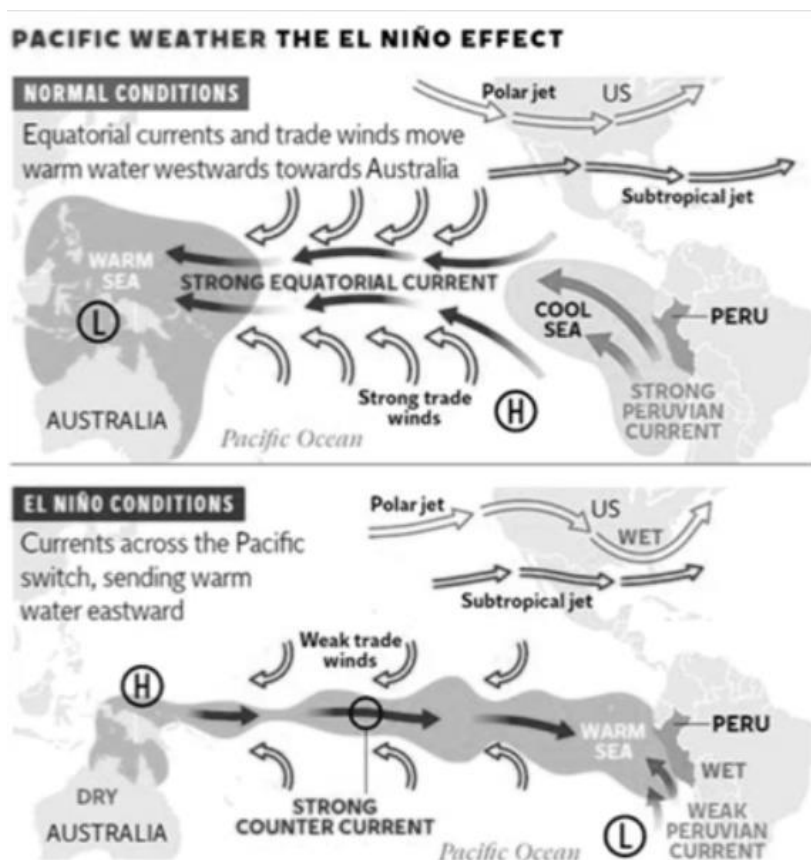


Рисунок 3 – Основные районы подъема вод, являющиеся также областями высокой органической продуктивности

И в заключении хотелось бы отметить, что апвеллинг благодаря своему влиянию на химические, термические, геологические и биологические процессы играет большую роль в жизни морей, океанов и человеческой деятельности.

Библиографический список

1. Энциклопедия : Океан - Атмосфера. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 464 с.
2. Серебренников А.Н. Методика пространственного разделения апвеллинга по характеру сезонной изменчивости // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. - 2019. - №2. – т.16. – С.9-17.
3. Океанография и морской лед : научно-популярное издание / Л.И. Абрютина, Г.В. Алексеев, Е.Н. Андреева [и др.]. – Москва Санкт-Петербург : Паулсен, 2011. – 431 с. – ISBN 978-5-98797-065-2. – URL: [http:// biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276205](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276205) (дата обращения: 21.12.2020).

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Котова К.В.

Научный руководитель: кад. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnasha@yahoo.com*

В данной статье раскрываются понятия строительства и проектирования как неотъемлемой части жизни человека, ведь любое строительство всегда начинается с проекта, от которого зависит очень многое, например, долговечность, функциональность и эстетичность строения.

Ключевые слова: строительство, проектирование, компьютерные методы проектирования, компьютерное моделирование, проект.

История развития строительства самым тесным образом связана с началом возникновения всей человеческой расы. За всё время своего существования человеческая цивилизация неустанно трудилась над тем, чтобы создать наиболее качественные и комфортные условия для своей повседневной жизни и решало проблему создания независимости и защиты от окружающей среды. Стоит разобраться с главными понятиями нашей темы, такими как строительство и проектирование.

Строительство - отрасль жизнедеятельности человека, появившаяся еще на заре человечества. Этапы развития архитектурной мысли и технологий строительства растянулись в истории человечества на тысячелетия. С развитием технологий и наук начали появляться все новые и новые строительные материалы, которые превосходили свои аналоги не только по качеству, но и по более низким затратам на производство.

Проектирование – это деятельность, которая направлена на поиск решения поставленной задачи и методов реализации определенной задумки. Для осуществления этого процесса существует ряд методов, используя которые проектировщик быстрее достигает поставленных целей. Они являются своеобразным помощником на пути творческого поиска. Проектирование невозможно осуществить без специальных средств и методов. Еще с первобытных времен человек задумывался о том, как перенести ту информацию, которую он воспринимает из внешнего мира на какой-либо носитель, чтобы запечатлеть ее или передать другим. Так появилась наскальная живопись и прочие формы первобытного искусства. В дальнейшем, возникла потребность изображать не только сюжеты из жизни, но и воплощать в материальную форму идеи и творческие поиски. Особенно это стало необходимо в строительстве, ведь намного легче возводить сооружения, имея перед глазами их примерные схемы. Так появились первые инженерные рисунки – чертежи.

Проектирование представляет собой не просто чертеж будущего сооружения, а целый проект, т.е. идея, воплощенная в форму чертежей, расче-

тов и описаний, которые как можно более подробно раскрывают сущность инженерной мысли. Вся проектная деятельность заключается в последовательном выполнении определенных действий, направленных на реализацию творческого замысла инженера-проектировщика, который исходит из задания заказчика.

С развитием теории информации, логической архитектуры и других теорий и разделов математики и информатики, компьютеры все более совершенствовались, принимая привычные для нас облик и наполнение. Возможности машин позволяли создавать 2D чертежи, которые отличались от ручных точностью и аккуратностью. Эти программы до сих пор пользуются большой популярностью.

XXI век принес дополнительные возможности для компьютерного моделирования. Новые 3D-технологии позволяют проектировать объект, изображая все детали максимально точно и подробно. Проекты, созданные методами компьютерного моделирования, представляют собой сложные многоуровневые чертежи, множество документации и вычислений. Все это позволяет создавать сооружения и здания любого назначения.

На сегодняшний день компьютерные методы проектирования позволяют не только создавать проекты архитектурных сооружений, оборудования любой сложности, но и интегрируются друг с другом, предоставляя дополнительные возможности для развития инженерной мысли.

Библиографический список

1. Архитектура, строительство, дизайн : учебник для вузов / В.И. Барев, А.Г. Лазарев, М.А. Квартенко [и др.] ; под ред. А.Г. Лазарева. – 3-е изд. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 317 с. : ил. – (Высшее образование).

2. Алексеев, Ю.В. ИСТОРИЯ АРХИТЕКТУРЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА И ДИЗАЙНА : учебное пособие / Алексеев Ю.В., Казачинский В.П., Бондарь В.В. – Москва : АСВ, 2008. – 448 с. – ISBN 5-93093-253-0. – URL: http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN59_30932530.html (дата обращения: 11.02.2021).

3. Арискин, М. В. Современные тенденции развития проектирования в строительстве / М. В. Арискин, Д. В. Гуляев, И. Н. Гарькин, И. Ю. Агеева. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2012. — № 10 (45). — С. 31-33. — URL: <https://moluch.ru/archive/45/5472/>.

4. Козырев, А. Ю. История развития систем проектирования / А. Ю. Козырев, А. Я. Ключков. — Текст : непосредственный // Технические науки: традиции и инновации : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Челябинск, январь 2012 г.). — Челябинск : Два комсомольца, 2012. — С. 64-66. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/6/1575/>.

**МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СЕЛЕВЫХ
РАЗРУШЕНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ,
КЛАССИФИКАЦИЯ, СХЕМА СЕЛЕВОГО ПОТОКА,
ПРОТИВОСЕЛЕВЫЕ РАЗРУШЕНИЯ**

Куртукова А.В.

Научный руководитель: кад. техн. наук, доцент Платонова С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: forsnesha@yahoo.com*

Сель – разрушительная природная сила. Стремительно несущаяся масса, состоящая из грязи, крупных и мелких минеральных включений, вырывает с корнем растущие на склоне деревья, разрушает постройки и инженерные объекты, приводит в негодность сельскохозяйственные угодья. Очевидец, находящийся неподалеку от потока, чувствует, как дрожит земля, слышит оглушающий грохот сталкивающихся камней. Сели опасны не только разрушающим потенциалом, но и внезапностью появления.

Ключевые слова: селевые разрушения, селевые потоки, сели.

Сель (в гидрологии от «саиль» — «грязекаменный поток») — поток с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50—60% объёма потока), внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек и сухих логов и вызванный, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов.

Сели относятся к группе склоновых геолого-гидродинамических процессов, характерных для горного ландшафта. Селевой поток содержит от 10% до 70% продуктов обломочного материала горных пород. Различают три типа процессов формирования селевых потоков: сдвиговый, транспортный и сдвигово-транспортный. Структура и интенсивность селей гидрологическими, климатическими, геоморфологическими, структурно-морфологическими и литологическими условиями. В возникновении селей немаловажную роль играет хозяйственная деятельность людей (вырубка леса, разработка пород, выпас скота и т.д.), вызывающая нарушение естественного природного равновесия на водосборах. В целях защиты от селевых потоков и предупреждения их возникновения применяют комплексные методы, включающие профилактические склоновые мероприятия и гидротехнические сооружения, позволяющие уменьшить разрушающее воздействие сформированных селей на здания и сооружения. Противоселевые сооружения проектируют на основе технико-экономического обоснования комплексных защитных мероприятий.

Мероприятия делятся на профилактические, агротехнические, фито- и лесомелиоративные, организационно-хозяйственные и мелиоративно-технические.

Профилактические мероприятия - борьба с эрозией почвенного покрова и регулирование стока в пределах водосборного бассейна. Профилактические меры принимают для предупреждения появления селя или ослабления его действия ещё в самом начале процесса. Наиболее радикальным средством является лесонасаждение на селеопасных горных склонах. Лес регулирует сток, уменьшает массу воды, рассекает потоки на отдельные ослабленные струи. В зоне водосбора нельзя вырубать лес и нарушать дерновый покров. Здесь же целесообразно повышать устойчивость склонов террасированием, перехватывать и отводить воду нагорными канавами, земляными валами.

Агротехнические, фито- и лесомелиоративные мероприятия. Предусматривают травокультурные мероприятия и облесение селносного водосбора.

Организационно-хозяйственные мероприятия. Для предупреждения разрушения растительного покрова.(лесное хозяйство).

Мелиоративно-технические- регулирование стока на эрозионных склонах путем устройства водопонижающих траншей, канав, дренажей и перевода части поверхностного стока в подземный.

Скорость движения селевых потоков -- в среднем 2-4 м/с, иногда 4-6 м/с, что обуславливает их большое разрушительное действие. На своем пути потоки прокладывают глубокие русла, которые в обычное время бывают сухими или содержат небольшие ручьи. Материал селей откладывается на предгорных равнинах.

Сели характеризуются продвижением его лобовой части в форме вала из воды и наносов или чаще наличием ряда последовательно смещающихся валов. Прохождение селя сопровождается значительными переформированиями русла.

Сели классифицируются на различные типы и характеры в зависимости от состава и условий образования, но любом случае это горные потоки, состоящие из рыхлообломочного материала и воды. В зависимости от состава и плотности селевой массы выделяются следующие типы селей: Наносоводный - смесь воды с преимущественно крупными камнями, в том числе с валунами и со скальными обломками. Формируется во время прохождения сильного паводка при срыве обломочного материала. Объемный вес 1,1 – 1,5 т/м³. Грязевой - смесь воды с твердой фазой глинистых и пылеватых частиц при небольшой концентрации камней, обладающая высокой плотностью. Объемный вес 1,5—2,0 т/м³. Грязекаменный - смесь воды, мелкозема, гальки, гравия, небольших камней. В потоке могут также появляться крупные камни. Такой сел обладает предельно высокой плотностью. Объемный вес 2,1—2,5 т/м³.

Также по состоянию воды в потоке сели классифицируются на связанные и несвязные. Связанные (структурные) потоки состоят из смеси воды, глинистых и песчаных частиц. Раствор имеет свойства пластичного вещества и движется, как единое целое. Во время движения по руслу такой поток

разрушает и выпрямляет некоторые участки, а также переваливает через препятствия. Несвязанные потоки отличаются большой скоростью перемещения. Обломочный материал в потоке постоянно соударяется, истирается и соответственно видоизменяется. В качестве связующего элемента выступает большое количество воды. Поток в основном следует изгибам русла, местами разрушая его (рисунок 1).



Рисунок 1 – Очаг селевого потока со спутникового снимка.

Для защиты объектов и снижения возможных разрушений и потерь среди населения в селеопасном районе возводятся, противоселевые сооружения, позволяющие:

- а) задержать селевые выносы выше защищаемого объекта;
- б) отвести селевой поток от защищаемого объекта или пропустить его через объект;
- в) стабилизацию и защиту русла от размыва;
- г) обеспечить снижение силы ударного воздействия селевого потока.

Задержание селевых выносов осуществляется путем устройства запруд, селезащитных плотин (дамб) или котлованов-на (рисунок 2) но-соуловителей.

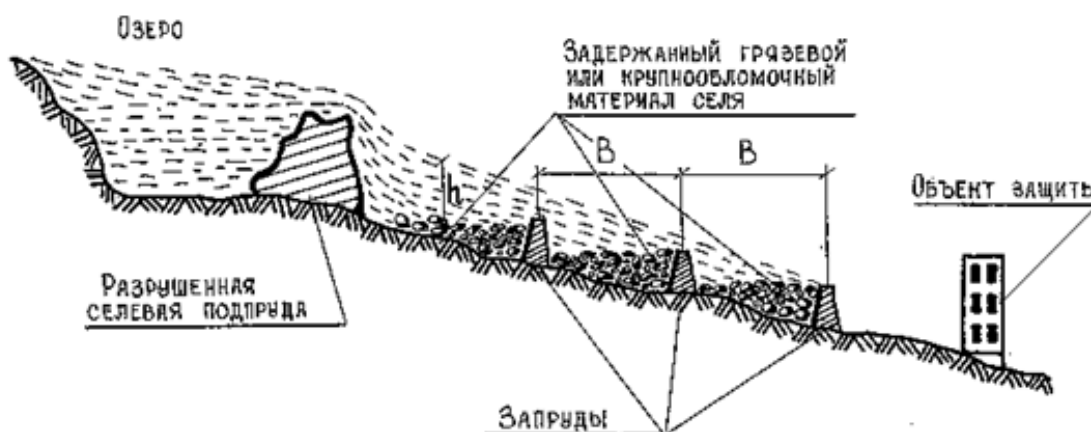


Рисунок 2 – Схема задержания селевых выносов и стабилизации русла

Наносоуловители (рисунок 3) предназначены для уменьшения скорости селевого потока, вследствие оседания твердой массы.



Рисунок 3 – Схемы основных противоселевых сооружений (Наносоуловители).

Для отвода селевого потока от объекта и его торможения возводятся селеотводящие сооружения (селерезы, стенки, рисунок 4), селеспуски, селепропускные сооружения, селенаправляющие и селеотбойные сооружения, тормозящие и другие простейшие сооружения.

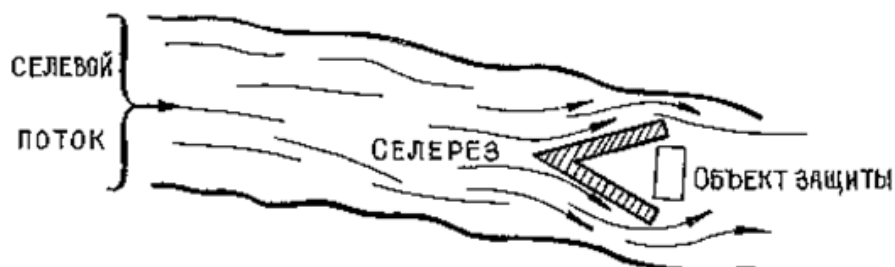


Рисунок 4 – Схемы основных противоселевых сооружений (селерезы)

Селеспуски предназначены для переброски селей через защищаемые объекты (дороги, трубопроводы и т.д., рисунок 5) и представляют собой лоток, закрепленный на железобетонных рамах или каменноарочных опорах, продолжая селевой поток (русло).

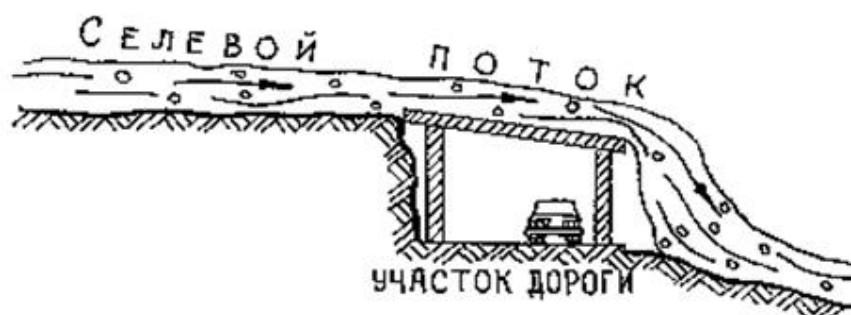


Рисунок 5 – Схемы основных противоселевых сооружений (селеспуск)

Эффективность селезащитных сооружений может быть оценена по степени уменьшения эквивалентного давления на защищаемый объект. При этом предполагается, что само сооружение не будет разрушено или смыто под воздействием селевого потока. Поэтому при проектировании и строительстве селезащитного сооружения следует обеспечить его устойчивость к действующим нагрузкам, которые определяются также как на преграды защищаемых объектов.

Таким образом, основными поражающими факторами селей являются

разрушительная способность и внезапность возникновения. Наиболее опасны селевые потоки захлестыванием и серьезным (нередко смертельное) травмированием оказавшегося на пути человека, закупориванием дыхательных путей селевой массой, приводящее к удушью, разрушением жилых и промышленных построек, путей сообщения, инфраструктурных объектов, приведением в негодность сельскохозяйственных угодий.

Библиографический список

1. Курбанов, С. А. Геология : учебник для вузов / С.А. Курбанов, Д.С. Магомедова, Н.М. Ниматулаев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 167 с. – ISBN 978-5-534-10414-1. – URL: <https://urait.ru/bcode/452064> (дата обращения: 13.02.2021).

2. Клиорина, Г. И. Инженерное обеспечение строительства. Дренаж территории застройки : учебное пособие для вузов. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2020. – 181 с. – ISBN 978-5-534-07786-5. – URL: <https://urait.ru/bcode/452719> (дата обращения: 13.02.2021).

3. Стафеева, С. А. Инженерно-геологические исследования строительных площадок : учебное пособие. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 112 с. – ISBN 978-5-8114-4205-8. – URL: <https://e.lanbook.com/book/126915> (дата обращения: 13.02.2021).

УДК 624.014

ПУТИ СНИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОЁМКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Громенко А.А.

Научные руководители: доцент Музыченко Л.Н., Буцук И.Н.

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

В статье рассматриваются пути снижения материалоемкости стальных конструкций с учётом научных достижений в сфере металлургии, проектирования и изготовления стальных конструкций.

Ключевые слова: металлоконструкции, материалоемкость, сплав, профили, малоотходные технологии.

Металлоконструкции – это одна из наиболее важных использующих сталь индустрий, и она потребляет более 50% мирового производства стали [1].

Население земли, по предположениям экспертов, достигнет 10 миллиардов к 2050 году. Всем этим людям необходимо жить и участвовать в общественных процессах, и стальные конструкции являются одним из хороших вариантов обеспечения этих процессов. Но ресурсы заказчиков ограничены, и в таких условиях является важным уменьшать расход материалов на

стальные конструкции, не уменьшая их характеристики.

К путям снижения материалоемкости стальных конструкций можно отнести:

1. Использование более прочных сплавов и новых технологий легирования

Более прочные материалы способствуют уменьшению сечений профилей в конструкциях и уменьшению расхода материала на конструкцию в целом.

Примерами таких материалов могут служить:

- деформированная и расчленённая сталь (D&P Steel) [2], разработана Гонконгским Университетом в 2017. Её прочность на растяжение составляет порядка 2000 МПа, при этом она остаётся не хрупкой и для её производства не требуется дорогостоящее оборудование;

- сплав стали и алюминия низкой плотности [3], разработан Пхоханским Университетом Науки и Технологии (Республика Корея). Стале-алюминиевые сплавы разрабатывались ещё в СССР, но все они получались очень хрупкими. С применением современных технологий в 2015 году учёными получилось найти причину в структурной матрице и преодолеть хрупкость, получив в результате сплав, который имеет плотность около 6,8 т/м³ и прочность, сравнимую с титановыми сплавами.

2. Использование новых профилей стального проката

Стандартные профили могут быть заменены улучшенными, более экономичными и более рационально использующие материал.

Примером таких профилей может служить двутавр с гофрированными стенками (рисунок 1). Толщина стенки гофрированной балки в 2-4 раза меньше обычных балок, что приводит к экономии стали до 30 %. Отсутствует необходимость в установке поперечных ребер жесткости, за исключением опорных и мест приложения значительных нагрузок, что снижает трудоемкость на изготовление до 25 % [4]. Первые случаи использования таких профилей относятся к 1980-ым годам, но до сих пор они не набрали большой популярности, в основном из-за отсутствия нормативной литературы и программных комплексов, способных облегчить расчёт конструкций.

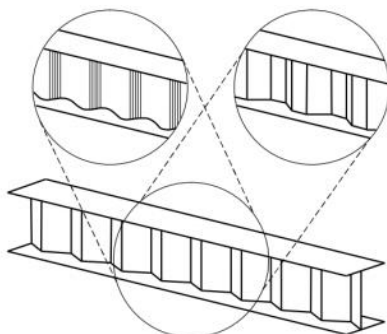


Рисунок 1 – Гофрированная двутавровая балка

3. Оптимизация топологии

В традиционных профилях не весь материал работает на сто процентов.

Оптимизация удаляет этот нерабочий материал, облегчая конструкцию при сохранении прочности. Этот подход по большей части используется в машиностроении [5], но его можно применять и в строении каркасов зданий [6].

Изготавливать такие детали можно методом 3D-печати по технологии селективного лазерного наплавления металлопорошковых композиций (SLM) (см. рисунок 2), это дополнительно уменьшает расход материалов, в некоторых случаях более чем в три раза [7].



Рисунок 2 – Соединение балок в узле, напечатанное на 3D-принтере из стали

4. *Использование малоотходных технологий проката*

Например, винтовая прокатка труб позволяет уменьшить расход металла на 10-35% и отказаться от дальнейшей металлообработки, соответственно, также снизить расходы на трудоёмкость и вредные условия труда.

Термическая и химическая обработка металла позволяет повысить его прочностные характеристики и применять сечения меньшего размера.

Также есть технологии, позволяющие увеличить точность проката, это также снижает материалоемкость. Например, применение более жестких клетей, которые обеспечивают минимальные упругие деформации прокатного станка экономит 1-2% металла [8].

5. *Уточнение расчётов*

Многие проектировщики намеренно завышают необходимые цифры прочности сечения на случай возможной ошибки в расчётах. Сбор более точных нагрузок и производство более точных расчётов позволяет произвести оптимизацию конструкций, и подобрать наиболее экономически выгодные сечения. Особенно это верно для западных конструкций, рассчитанных по Еврокодам – в них достаточно много коэффициентов завышено по сравнению с отечественными сводами правил [9].

Современные технологии не стоят на месте, и с каждым годом отрасль проектирования и изготовления стальных конструкций совершенствуется с разных сторон. Эти совершенствования позволяют нам более рационально использовать наши ресурсы. А поскольку железо является материалом, который можно использовать несколько раз, то после сноса существующих зданий, выполненных с использованием стальных конструкций, мы сможем, используя то же количество стали, построить в будущем несколько таких же зданий.

Библиографический список

1. World Steel in Figures [Электронный ресурс] // World Steel Association 2020. : табл., граф., схем. - URL: <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:f7982217-cfde-4fdc-8ba0-795ed807f513/>.

2. Li Liu. The Role of Transformation- Induced Plasticity in the Development of Advanced High Strength Steels [Электронный ресурс] / Li Liu, Binbin He, M.X. Huang. - Advanced Engineering Materials, 2017. - URL: https://www.researchgate.net/publication/324023914_The_Role_of_Transformation-Induced_Plasticity_in_the_Development_of_Advanced_High_Strength_Steels.

3. Sang-Heon Kim. Brittle intermetallic compound makes ultrastrong low-density steel with large ductility [Электронный ресурс] / Sang-Heon Kim, Hansoo Kim, Nack Kim. - Nature Vol-518(7537), 2015. - URL: https://www.researchgate.net/publication/272081850_Brittle_intermetallic_compound_makes_ultrastrong_low-density_steel_with_large_ductility.

4. Брянцев А.А. Эффективность применения двутавров с гофрированными стенками в производственных зданиях [Электронный ресурс] / А.А. Брянцев, В.Э. Абсиметов, В.В. Лалин. Строительство уникальных зданий и сооружений. №3(54), 2017. - URL: [https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/3\(54\)/8_bryantsev_54.pdf](https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2017/3(54)/8_bryantsev_54.pdf).

5. Shibo Ren. Topology Optimisation for Steel Structural Design with Additive Manufacturing [Электронный ресурс] / Shibo Ren, Salomé Galjaard, Arup. Conference: Design Modelling Symposium 2015. - URL: https://www.researchgate.net/publication/283634763_Topology_Optimisation_for_Steel_Structural_Design_with_Additive_Manufacturing.

6. Konstantinos Daniel Tsavdaridis. Application of Structural Topology Optimization to Perforated Steel Beams [Электронный ресурс] / Konstantinos Daniel Tsavdaridis, Kingman Jj, Vassili Todorov. Computers & Structures, 2015. - URL: https://www.researchgate.net/publication/267451070_Application_of_Structural_Topology_Optimization_to_Perforated_Steel_Beams.

7. В НИТУ «МИСиС» спроектировали и испытали 3D-печатные авиационные детали с бионическим дизайном [Электронный ресурс] / 2018. // 3D today [сайт]. - URL: <https://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/in-nust-misis-designed-and-tested-a-3dprinted-aircraft-parts-with-bion/>.

8. Скляр В.А. Прогрессивные энерго- и ресурсосберегающие металлургические технологии [Электронный ресурс]: учебник / В.А. Скляр // Учебное пособие для обучающихся по направлению «Металлургия» - Ridero, 2017. - 144 с. - URL: https://ridero.ru/books/progressivnye_energo-i_resursosberegayushie_metallurgicheskie_tekhnologii/.

9. Соломатин Н.М., Музыченко Л.Н., Буцук И.Н. Пути снижения материалоемкости металлических конструкций // Современный взгляд на будущее науки часть 2: Сборник статей Международной научнопрактической конференции 20 марта 2017г./НИЦ АЭТЭРНА - Казань, 2017. – с.54-61.

10. Соломатин Н.М., Музыченко Л.Н., Буцук И.Н. Пути совершенствования балочных конструкций (статья) //Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) 18-20 октября 2016г. под общ. ред. Зоря И.В., Столбоушкина А.Ю.; СибГИУ – Новокузнецк, 2016г. – Вып. 1 – 325с. – С. 272-280.

11. Доклад министерства регионального развития рф по вопросу «гармонизация российской и европейской систем нормативных документов в строительстве» [Электронный ресурс] // Digest Wizardsoft [сайт]. - URL: <http://digest.wizardsoft.ru/documents/gov/doklad-ministerstva-regionalnogo-razvitiya-rf-po-voprosu-garmonizatsiya-rossijskoj-i-evropejskoj-sistem-normativnykh-dokumentov-v-stroitelstve>.

УДК 624.074.5

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ (СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО И ВАНТОВОГО ПОКРЫТИЙ)

Екимова В.С., Куртукова А.В., Белозерова И.Л.,

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Семин А.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, e-mail: ekimova_valya97@mail.ru, arisha_kurtukova@mail.ru*

В данной статье рассматривается сравнение двух покрытий: 1) вантовое покрытие; 2) структурное покрытие. На основании результатов расчета моделей в программном комплексе SCAD++ сделан выбор в пользу самого оптимального варианта покрытия, с точки зрения минимального расхода материалов.

Ключевые слова: покрытие, структурные конструкции, вантовые конструкции.

Вантовые конструкции – это конструкции, состоящие из несущих пролетных элементов в виде стальных тросов (вант) и воспринимающих их реакции опорных частей.

Вантовые конструкции получили широкое распространение при строительстве зданий с большими пролетами: спортивных залов, стадионов выставочных залов, кинотеатров, торговых залов, цирков, рынков, аэродромов, гаражей, производственных цехов и т. д.

Вантовые конструкции выгодно отличаются от традиционных стальных конструкций, имея ряд основных достоинств:

– в растянутых несущих пролетных элементах эффективно используется вся площадь сечения вант и применяются высокопрочные стали, что обеспечивает малую массу несущей конструкции;

- при монтаже вантового покрытия, как правило, не требуются леса и подмости, что упрощает возведение покрытия и снижает трудоемкость;
- ванты, свернутые в бухты, обеспечивают хорошую транспортабельность покрытия;
- вантовые конструкции позволяют перекрывать большие пролеты без промежуточных опор;
- с увеличением перекрываемого пролета экономичность покрытия здания возрастает, поскольку масса несущей пролетной конструкции остается относительно малой;
- своеобразные конструктивные формы покрытия и опорных конструкций позволяют повышать эстетическую выразительность сооружения;
- покрытия зданий, образованных отдельными видами вантовых конструкций, благодаря своей форме создают в нем наиболее благоприятные условия акустики, видимости, освещенности;
- надежность в эксплуатации.

К недостаткам вантовых конструкций относятся:

- повышенная деформативность покрытия;
- необходимость устройства в ряде случаев опорных элементов, требующих большого расхода материала, приводит к удорожанию вантовых конструкций в целом;
- относительная трудность водоотвода.

Повышенная деформативность покрытий зданий, образованных вантовыми конструкциями, вызвана способностью вант изменять свою начальную геометрическую форму в зависимости от внешней нагрузки. Для обеспечения жесткости покрытия вантовой конструкции приходится применять дополнительные конструктивные мероприятия. Деформативность покрытия – главный недостаток вантовых конструкций, который нужно рассматривать как их особенность. Для снижения деформативности покрытий вантовых конструкций, производят их стабилизацию.

В современном строительстве получили распространение двухпоясные сетчатые системы регулярного строения называемые структурными конструкциями. *Структуры* – это системы, образованные стержнями, соединяющимися в узлах и расположенными в пространстве в строгом геометрическом порядке.

Структурные конструкции – это регулярные множества отдельных геометрически неизменяемых ячеек в виде правильных многогранников, например тетраэдра, куба с диагональными элементами, октаэдра и их производных.

Благодаря большой повторяемости стержней и узлов, заводское производство конструкций может быть полностью автоматизировано. Вследствие этого пространственные несущие системы являются индустриальными конструкциями.

Благодаря высокой степени статической неопределимости (наличию избыточных элементов) структуры способны к перераспределению усилий. В случае выхода из строя одного или нескольких элементов, их внутренние продольные силы перераспределяются между смежными элементами пропорционально их жесткости, поэтому структурные конструкции обладают очень важным качеством – способностью сопротивляться прогрессирующему разрушению.

Преимущества структурных покрытий:

- пространственная работы системы стержней, что создает возможность перекрывать большие пролеты без промежуточных опор;
- повышенная надежность от внезапных разрушений;
- унификация узлов;
- снижение строительной высоты покрытия;
- возможность использования совершенных методов монтажа – сборки на земле и подъема покрытия крупными блоками, или в полностью законченном виде;
- универсальность.

Недостатки структурных покрытий:

- сложная конструкция узлов;
- высокие требования к точности изготовления элементов
- высокая трудоемкость монтажной сборки и сварки узла (для систем со сварными узловыми соединениям).

Основная трудность распространения и применения пространственных систем связана с решением узловых соединений. Узел является наиболее сложным и ответственным элементом конструкции.

На основе расчетных моделей, созданных в программном комплексе SCAD++ методом конечных элементов, произведен подбор элементов покрытия для двух типов торгово-развлекательных центров: для вантового покрытия здания пролетом 120 метров с шагом колонн 6 метров; для структурного покрытия здания пролетом 75 метров с шагом колонн 6 метров.

В результате расчета элементов покрытий в программном комплексе SCAD++, была сформирована спецификация элементов покрытия, по которой было определено количество металлоизделий для каждого вида покрытия. Сравнение конструкций покрытия по их металлоемкости представлены в таблице 1, на основании которой можно судить о расходе материалов для конструкции покрытия.

Таблица 1– Металлоемкость конструкций покрытия

Вариант покрытия	Расход на 1м ²
	т
Вантовое покрытие	0,03
Структурное покрытие	0,02

Для данных типов и размеров зданий, металлическое структурное покрытие будет являться оптимальным решением, по расходу металлопроката. Но по простоте монтажа и перевозке элементов покрытия, лучше сделать выбор в пользу вантовых конструкций.

Библиографический список

1. Кузнецова А.С. Пространственно-стержневые металлические конструкции типа структур / А.С. Кузнецова // Молодежь и XXI век. Том 4. – 2019. – 21-22 февраля. – с.394.

2. Кирсанов, Н.М. Висячие вантовые конструкции: учеб.пособие для вузов / Н.М. Кирсанов – М.: Стройиздат. 1981.

УДК 628.54

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ ГИДРОЗОЛОУДАЛЕНИЯ ОА «ЕВРАЗ ЗСМК»

Худынцева С.В.

Научный руководитель: доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Представлена основная информация об оборотном водоснабжении и гидрозолошламоудалении, варианты по доочистки и использованию дебалансных вод.

Ключевые слова: оборотная система водоснабжения, гидрозолошламоудаление, шламоохранилище, дебалансные воды

ЕВРАЗ ЗСМК - крупнейшее в Сибири и самое восточное в Российской Федерации сталелитейное предприятие.

Площадка строительного проката специализируется на производстве длинномерного проката, в том числе, из низколегированной стали, в основном, арматуры, катанки, а также фасонного проката (равнополочный уголок, балка, швеллер и др.), непрерывно литого и горячекатаного сляба, непрерывно литой и горячекатаной сортовой заготовки.

ЕВРАЗ ЗСМК производит более 400 профилеразмеров прокатной продукции по 63-м стандартам, как российским, так и зарубежным. Арматура, производимая на комбинате, обеспечивает прочность железобетонных конструкций.

Производство строительного проката ЕВРАЗ ЗСМК включает:

- коксоаглодоменное производство;
- сталеплавильное производство;
- прокатное производство;

- сталепрокатное производство;
- вспомогательные, сервисные и логистические подразделения.

Система технического водоснабжения и водоотведения площадки строительного проката ОА «Евраз ЗСМК» - это оборотная система, состоящая из сетей, насосных станций, резервуаров, систем очистки воды и стоков и прочего оборудования с водозабором и частичным сбросом воды в р. Томь, обеспечивающая комбинат водой различного физико-химического состава. Проектная производительность системы 87900 м³/час.

Оборотная система включает в себя 39 локальных циклов: 20 чистых оборотных циклов и 19 грязных оборотных циклов, а также систему гидрозолошлакоудаления (ГЗШУ) [1].

Балансовая схема водоснабжения и ГЗШУ представлена на рисунке 1.

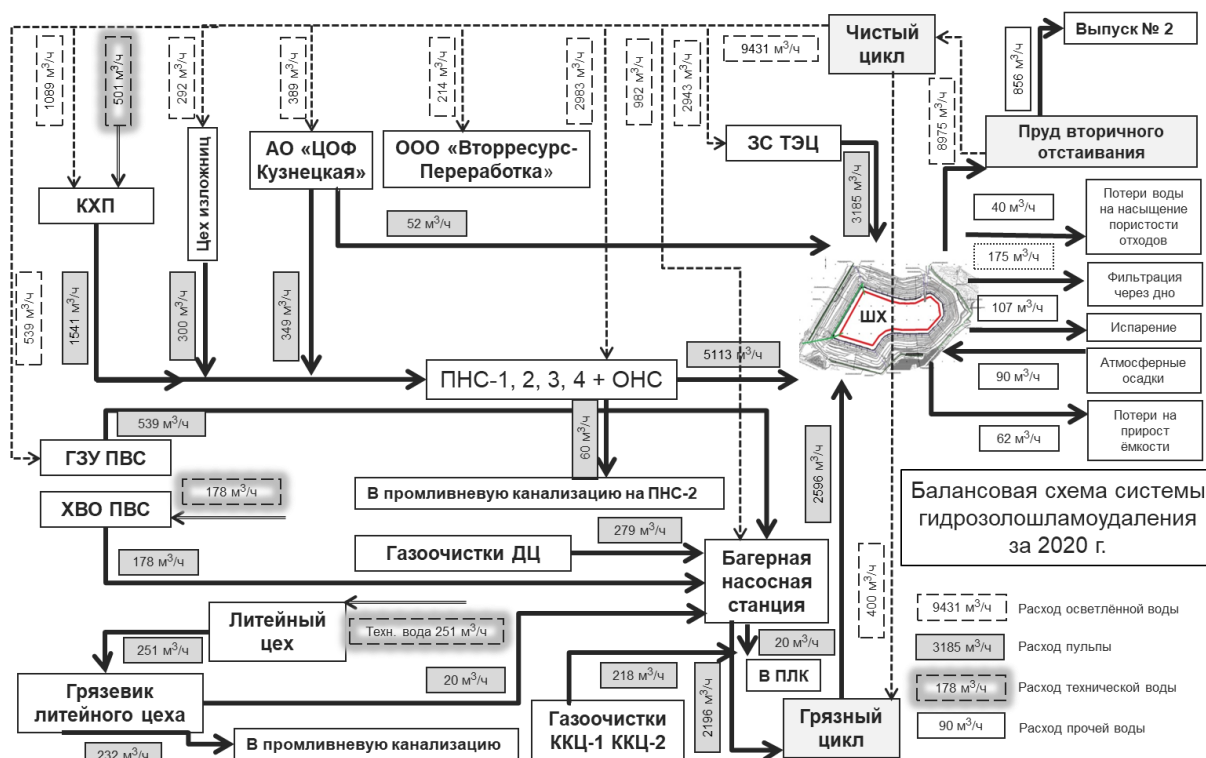


Рисунок 1 – Балансовая схема водоснабжения и гидрозолошлакоудаления «ЕВРАЗ ЗСМК»

Система ГЗШУ АО «ЕВРАЗ ЗСМК» предназначена для сбора, отведения и осветления пульп, шламовых и сточных вод производств, в том числе: «Западно-Сибирской тепло-энергоцентрали» (ЗС ТЭЦ - филиал АО «ЕВРАЗ ЗСМК»), паровоздуховодной станции, подразделений коксоагломерационного производства (КАДП), комплексов газоочисток доменного производства и кислородно-конвертерных цехов.

Промышленные отходы, разные по составу и опасности, направляются и складываются на шламохранилище.

Это осадки от грязных оборотных циклов, отработанные эмульсии, содержащие масла и нефтепродукты, золошлаковая смесь от сжигания углей,

осадки ливневой канализации, отходы обогащения угольного сырья флотационным методом, отработанный формовочный горелый песок.

Все перечисленные отходы складировются в общей карте.

Щебёночно-песчаная смесь из шлаков чёрной металлургии фракции от 0 до 250 мм используется для отсыпки дамб обвалования шламохранилища [2].

Сточные воды, поступающие от производственных подразделений на шламохранилище ЗСМК, проходят процесс осветления посредством отстаивания, после чего направляются на повторное использование. Часть осветленных стоков – дебалансные воды смешивается с дренажными водами шламохранилища и сбрасывается в о. Узкое, откуда через р. Есаулка поступают в р. Томь, которая относится к водоемам рыбохозяйственного назначения.

Качественный состав сточных вод, направляемых в вышеуказанный выпуск, не соответствует по ряду показателей, предъявляемых к сбросам в открытые природные водоемы рыбохозяйственного назначения.

Поэтому назрела острая проблема доочистки дебалансных сточных вод с возможностью их дальнейшего использования.

В настоящее время на комбинате реализуется «Программа водохозяйственных мероприятий по охране водных объектов» с полным прекращением сброса неочищенных стоков.

Для этих целей необходимо строительство очистных сооружений, в состав которых будут входить отстойники, механические и ультрафильтрационные фильтры, установки обратного осмоса, сооружения для приготовления и дозирования реагентов и по очистке промывных стоков [3,4].

Библиографический список

1. Шкуткова Л.А., Ланге Л.Р. Электронная модель системы водоснабжения и водотведения АО «ЕВРАЗ ЗСМК» – В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ. 2020. С 270-273

2. Вахрушев. С.В., Ланге Л.Р. Организация работы шламохранилища. – В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ. 2017. С 206-209

3. Рыжакова С.С., Ланге Л.Р. Применение мембранной технологии на водопроводных сооружениях г. Новокузнецка – В кн. Сб. трудов всеросс. науч. конф. студ., асп. и молодых ученых: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк: СибГИУ. 2020. С 239-242

4. Ланге Л.Р., Ворон Л.В. Повторное использование промывной воды на водопроводных очистных сооружениях. – В кн. Сб. трудов Всероссийской науч-практ. конф.: Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России.– Новокузнецк: СибГИУ, 2016. С. 240-243

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БЕТОН DUCTAL

Сухановская А.А., Михалева Е.А., Лопухина В.П.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Мясникова С.В.

*Вологодский государственный университет,
г. Вологда, e-mail: suhanovskaaanastasia@gmail.com*

С помощью современных материалов сегодня можно совершить революцию в строительстве. В частности, компания LafargeHolcim разработала ультрасверхвысокопрочный бетон Ductal, его прочность на сжатие (130–250 МПа) почти в десять раз больше, чем у бетона обычных марок. Элементы из Ductal или УНРС (ultra high performance concrete) получаются в несколько раз тоньше по сравнению с аналогами из обычного бетона. Это позволяет экономить на логистике, монтаже и значительно снижать вес сооружений.

Ключевые слова: материал, бетон Ductal, строительство, фибробетон, бетон.

В строительстве объектов транспортной инфраструктуры УНРС широко применяют для мостовых конструкций, так как его показатель пористости - один из самых низких среди искусственных минеральных материалов. Плюс он стойко выдерживает «агрессию» со стороны окружающей среды, химических веществ, высоких температур горения, почти не подвержен абразивному износу. «Аналогов разработки бетонов с такими свойствами мало, хотя в России они тоже есть – за счет различных заполнителей, снижающих пористость, - зола-унос, микрокремнезем и т.п. Архитекторы ценят в Ductal сочетание феноменальных конструктивных и декоративных качеств. Финишная отделка этому материалу не требуется: его внешняя красота и так безусловна. Увидеть УНРС «в деле» довольно просто, мировые архитекторы часто воплощают с его помощью свои задумки. Например, во Франции материал использован в изготовлении изогнутых панелей фонда Louis Vuitton или элементов стадиона «Жан Буэн» в Париже, моста Республики в Монпелье, башни Жана Нувеля в Марселе.

Согласно принятой международной классификации, составы Ductal подразделяются на несколько групп.

Материалы Ductal с прочностью на сжатие 130—250 МПа относятся к сверхвысокопрочным бетонам групп Type S, Type Z (составы с металлической фиброй, обеспечивающие прочность на сжатие 150—250 и 130—150 МПа соответственно) и Type A (составы с полимерной фиброй). Составы группы Type S, которые были разработаны первыми и уже несколько раз модернизировались, в основном применяются для изготовления конструкций и несущих элементов объектов транспортной инфраструктуры, атомной энергетики и гидросооружений.

Составы групп Type Z и Type A появились позже и применяются в основном при строительстве архитектурных объектов, для изготовления облицовочных панелей зданий, лестниц, внутренних элементов отделки и даже уличной мебели.

Также в номенклатуре Ductal есть составы с прочностью на сжатие ниже 130 МПа. Согласно общепринятой международной классификации, они не являются УНРС или СВФ. Эти составы представляют собой обычные высокопрочные фибробетоны, относятся к высокопрочным бетонам (Very High Performance Concrete) и применяются для изготовления не несущих архитектурных элементов. Данные материалы выпускаются с металлической или полимерной фиброй.

Все составы Ductal базируются на трех компонентах: сухой смеси, фибре и химических добавках.

По технологии укладки и изготовления бетонных конструкции Ductal мало отличается от обычного фибробетона. Сегодня для большинства его составов возможны три способа укладки:

- с применением самоуплотняющейся высокоподвижной смеси;
- с приготовлением тиксотропной смеси, которую можно наносить на поверхность, расположенную под уклоном до 12 %;
- нанесение по технологии «набрызг-бетон» на вертикальные поверхности.

Благодаря тому, что все составы Ductal являются мелкозернистыми и не имеют крупного заполнителя, внешний вид поверхности готовых изделий и их возможные формы безгранично разнообразны. Свойства материалов Ductal. В зависимости от области применения материалы Ductal могут обладать не только высокой прочностью на сжатие, но и высокими прочностью на растяжение при изгибе, классом стойкости к истиранию или огнестойкости, устойчивостью к абразивному и химическому воздействию. Преимущества материалов Ductal:

- Обладает одним из самых низких показателей пористости из всех искусственных минеральных материалов. Изделия на его основе безупречно выдерживают агрессивное воздействие окружающей среды, абразивный износ, химические воздействия, высокие температуры горения.

- Снижает необходимость в традиционном армировании конструкций. Он дает исключительную свободу при выборе дизайна, касается ли это формы, текстуры или цвета.

- Позволяет создавать легкие конструкции и уменьшить количество потребляемого материала в сравнении с обычными бетонами.

- Может использоваться в качестве материала для сборных конструкций, благодаря чему облегчаются монтаж и сборка элементов, снижается потребность в мощном грузоподъемном оборудовании по сравнению с традиционными методами строительства [4].

Библиографический список

1. Интернет источник <https://lafargeholcimrus.ru/catalog/ductal/>.

2. Интернет источник <https://lafargeholcimrus.ru/advises/article/sverkhvysokoprochnyy-fibrobeton-ductal/>.

3. Интернет источник <https://lafargeholcimrus.ru/otraslevye-resheniya/transportnoe-stroitelstvo/>.

4. Источник: архи.ру Статья Архитектура из «гипюра», опубликовано 10 апреля 2019 года.

УДК 628.512

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Загуменнова Н.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

Одной из главных задач экологии является снижение негативного воздействия на окружающую среду промышленной деятельности объектов угольной промышленности. Переработка угля — один из источников загрязняющей пылегазовоздушной смеси. В работе рассмотрены факторы, влияющие на эффективную работу газоочистных аспирационных установок.

Ключевые слова: аспирационные системы углеобогажительных фабрик.

Экологическая обстановка в Кузбассе на протяжении многих лет и на сегодняшний момент характеризуется как крайне неблагоприятная. Кемеровская область – пятая в стране по выбросам в атмосферу на единицу площади (163,6 тонн на тыс. га) и по площади нарушенных земель (свыше 60,7 тыс. га в 2012 г.) [1]. Это является следствием того, что Кузбасс - уникальный регион с точки зрения масштабов техногенного воздействия на природу: площадь угольного бассейна не слишком велика, но плотность угольных, химических и металлургических предприятий не имеет мировых аналогов.

Промышленно развитый Кузбасс - это не только сырьевая база планеты, но и производитель черных и цветных металлов, химической продукции. Начиная с 40-х годов прошлого века, «легкие планеты» - сибирская тайга - активно вырубается, строятся горнодобывающие и перерабатывающие предприятия. Следствием необратимого процесса разрушения и деградации почвенного покрова под промышленными отвалами при открытых разработках месторождений полезных ископаемых, загрязнения подземных и поверхностных вод, загрязнения атмосферы промышленными выбросами, является исчезновение естественной флоры и фауны, а также катастрофическая угроза здоровью людей, населяющих регион. Только 30 % территории области, где проживает 5 - 10 % населения, соответствуют удовлетворительным экологическим условиям [2].

Тем не менее, в регионе не планируется в ближайшее время уменьшение количества предприятий, отрицательно влияющих на экологическую обстановку. На 27 заседании правительства РФ была рассмотрена Программа развития угольной промышленности до 2035г. Ее целью является увеличение добычи и экспорта угля. Одной из подпрограмм этого документа является "Обеспечение экологической безопасности угольной промышленности". Целью подпрограммы является снижение негативного воздействия на окружающую среду от промышленной деятельности объектов угольной промышленности. Основные мероприятия указанной подпрограммы реализуются по следующим направлениям:

- совершенствование нормативно-правовой и нормативно-методической базы по охране окружающей среды;
- проведение организационно-технических мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности;
- научно-техническое обеспечение;
- взаимодействие участников рынка в части расширения использования новых технологий на энергетических объектах, использующих в качестве топлива уголь.

Совершенствование нормативно-правовой базы в области охраны окружающей среды предусматривает корректировку устаревших и разработку новых отраслевых нормативно-методических документов. Среди ряда выполнения технологических и технических мероприятий предусматривается реконструкция и модификация неэффективно работающих очистных сооружений сточных вод и газоочистных установок для достижения нормативных требований [3].

Реализация данных мероприятий является очень актуальной. Одним из источников выбросов, загрязняющих окружающую среду, является образование пылегазовоздушной смеси при переработке угля. В данной статье рассмотрены некоторые проблемы повышения эффективности работы газоочистных установок, в частности аспирационных систем на объектах угольной переработки.

Образование пыли при дроблении, транспортировке, пересыпе материала неизбежно. Основной опасностью образования угольной пыли является, прежде всего, негативное влияние на здоровье рабочих. Угольная пыль вызывает повреждение легочной ткани и дыхательных путей, что приводит к развитию профессиональных заболеваний. Второй, не менее значимой проблемой, возникающей при образовании угольной пыли, является то, что в связи с ее взрывоопасностью, отложение пыли на механизмах может привести к возгоранию. Попадание пыли на детали оборудования приводит к преждевременному износу движущихся и вращающихся частей.

На сегодняшний день промышленные предприятия стали относиться более ответственно к вопросам аспирации воздуха. Благодаря внедрению новых технологических разработок, в том числе и в сфере разработки оборудования для очистки воздуха, соблюдение норм ПДК по выбросам на про-

мышленных предприятиях становится более достижимым. Одновременно ужесточаются нормы ПДК, что предполагает постоянное повышение эффективности систем аспирации и очистки воздуха.

Однако существует множество факторов, влияющих на эффективную работу аспирационных установок. Прежде всего, необходимо отметить, что каждая аспирационная система по-своему уникальна. Очень редко существует возможность применить одно и то же техническое решение на разных объектах. Поэтому много зависит от правильности изначально принятого проектного решения.

Аспирационная система включает в себя не только оборудование (фильтры, вентиляторы, воздухопроводы, клапаны и т.д.) но и протяженности, трассировки и углов наклона воздухопроводов, количества и расположения точек от которых будет происходить улавливание пыли. Для подбора аспирационного фильтровального оборудования, в том числе и определение количества ступеней очистки воздуха, большое значение имеет величина начальной (исходной) концентрации пыли перед пылеочистителем. На данный момент ПДК пыли (обозначены «*», мг/м³) в воздухе рабочей зоны не должны превышать для угольной и угле породной пыли с содержанием диоксида кремния: 6 * (антрацит) и 10 * (уголь, сланцы) - до 5 %; 4 * - 5 – 10 %; 2 * - более 10 % [4].

Но чтобы добиться регламентированных показателей после очистки воздуха и выбрать оборудование с подходящей степенью очистки воздуха необходимо знать точную исходную концентрацию образующейся пылегазовой смеси. Именно определение этого показателя является основной проблемой при разработке проекта аспирационной системы. Согласно [5, пункт 5.71], при отсутствии данных для разработки нормативов или методик допускается принимать усредненную концентрацию пыли перед пылеуловителями 3-1 г/м³ при влажности угля 5-7%. Данный нормативный документ принят в 1993 году и на сегодняшний день является основным при технологическом проектировании обогатительных фабрик. Но в современной ситуации, принятие исходной концентрации пыли в размере 3г/м³, чаще всего не подтверждается фактическими замерами, при проведении пусконаладочных работ. Достаточно часто встречается исходная концентрация, превышающая нормативное значение. В таком случае, выбранное на стадии проектирования аспирационное оборудование не всегда является оптимальным решением.

Другой, часто встречающейся проблемой, особенно при замене устаревшего оборудования на существующих площадках, является ограниченное пространство для аспирационных систем. С увеличением объема производства фабрики или комбината, увеличивается и входная запыленность воздуха, что требует увеличения габаритов аспирационного оборудования, часто сложно осуществимого в условиях действующего производства. В таком случае происходит значительное ухудшение параметров воздуха рабочей зоны.

Для правильного подбора оборудования, прежде всего, необходимо

определение методик расчета начальной запыленности для наиболее часто встречающихся технологических решений. Либо составление обобщенного списка фактических замеров, произведенных в результате ежегодных проверок эффективности работы аспирационных систем, которые проводятся специализированными организациями на промышленных предприятиях.

Решением проблемы габаритных размеров аспирационного оборудования, является применение и разработка новых модификаций фильтров, обладающих большей производительностью и эффективностью, с сохранением или даже уменьшением размеров. На сегодняшний день многие производители аспирационного оборудования стремятся к достижению оптимального соотношения цены и эффективности, увеличивают количество выпускаемого оборудования отечественного производства.

Также, необходимо отметить, что в настоящее время, разрабатывается большое количество нового технологического оборудования, более эффективного с точки зрения производительности и качества переработки материала. Однако при этом, многие производители не оценивают влияния этого оборудования на экологическую ситуацию, не проводятся промышленные испытания этого оборудования на определение количества выбросов, не проработаны конструкции герметичных укрытий, в паспортах этого оборудования отсутствуют данные о количестве и степени загрязнённого воздуха, необходимого для удаления и очистки.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей природной среды в Российской Федерации в 2012 году». М.: МПР, 2014. 483с.

2. Балашова Т.А. Экологические проблемы кузбасса // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 11. – С. 38-39.

URL: <http://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=13678> (дата обращения: 20.03.2021).

3. Распоряжение Правительства РФ от 13.06.2020 N 1582-р «Об утверждении Программы развития угольной промышленности России на период до 2035 года».

4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила безопасности при переработке, обогащении и брикетировании углей". (Утверждены приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 28 октября 2020 г. N 428).

5. ВНТП 4-92. Временные нормы технологического проектирования поверхности угольных и сланцевых шахт, разрезов и обогатительных фабрик. Книга 1. М.:1993 г.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ

Криницын Р.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Башкова М.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: mn419@mail.ru*

Одно из главных направлений улучшения структуры энергетического баланса страны – снижение в нём доли нефти, используемой в качестве топлива, и замена её газом. Газообразное топливо для г. Новокузнецка может быть успешно использовано для промышленных предприятий, в частности для котельных.

Ключевые слова: газоснабжение производственной паровой котельной.

Прокладка газопровода высокого и среднего давлений для снабжения газом производственной котельной от точки подключения (газопровод подземный от ГРС) осуществляется подземно и надземно с использованием полиэтиленовых труб SDR11 ПЭ110x10,0, с коэффициентом запаса прочности не менее 3,2, стальных труб 108x4,0. При прокладке трубы в полиэтиленовом футляре, на одном конце футляра (в верхней точке по уклону) устанавливается контрольная трубка. На вводе газопровода в котельную предусмотрена надземная запорная арматура. Класс герметичности - «А», после отключающего устройства запроектирована установка компенсатора на газопроводе.

От точки врезки газопровод высокого давления проходит до газорегуляторного пункта ГРПШ – 13-2В-У1, где газ высокого давления I категории (Р до 1,2 кг/см²) редуцируется до высокого давления II категории давления (Р до 0,6 кг/см²). Расчетный расход газа на проектируемый участок составляет 2526,5 м³/ч, в том числе максимальный расчетный расход газа

Удлинения трубопровода от действия температуры и давления транспортируемой среды компенсируются за счет Г- и Z-образных участков трассы. Подземная прокладка газопроводов осуществляется открытым методом. Диаметры трубопроводов принимаются в соответствии с расчетными схемами газопроводов высокого давления согласно данным гидравлического расчета.

Подземные распределительные газопроводы выполняются из полиэтиленовых труб по ГОСТ Р 50838-2009 ПЭ 100 SDR9 с коэффициентом запаса прочности не менее 2,0, расчетный коэффициент запаса прочности [1] составит:

$$SDR = \frac{2 * MRS}{MOP * C} + 1$$

где **SDR** - отношение номинального наружного диаметра к номинальной толщине стенки;

MRS - показатель минимальной длительной прочности полиэтилена, и

пользованного для изготовления труб и соединительных деталей, МПа (для ПЭ 80 и ПЭ 100 этот показатель равен 8,0 и 10,0 МПа соответственно);

МОР - рабочее давление газа, МПа, соответствующее максимальному значению давления для данной категории газопровода, МПа;

С - коэффициент запаса прочности

$$C = \frac{2 \cdot MRS}{MOP \cdot (SDR - 1)} = \frac{2 \cdot 10}{1,2 \cdot (9 - 1)} = \frac{20}{9,6} = 2,1 \text{ для первого этапа строительства}$$

$$C = \frac{2 \cdot MRS}{MOP \cdot (SDR - 1)} = \frac{2 \cdot 10}{0,6 \cdot (11 - 1)} = \frac{20}{6} = 3,3 \text{ для второго этапа строительства}$$

Надземные участки газопроводов выполняются из стальных электросварных труб [2,3] и окрашиваются 2-мя слоями эмали по 2-м слоям грунтовки.

Для снижения давления газа и поддержания его на заданных уровнях в газораспределительных сетях предусматривается установка технологического устройства в шкафом исполнении – шкафного газорегуляторного пункта (ГРПШ), работающего в автоматическом режиме, без присутствия постоянно эксплуатирующего персонала. Включение и отключение системы обогрева производится соответственно в начале и конце холодного периода года, при переходе температур окружающего воздуха в отрицательный диапазон.

Библиографический список

1. СП 42-103-2003 «Проектирование и строительство газопроводов из полиэтиленовых труб и реконструкция изношенных газопроводов» - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт] . –URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200034119> (дата обращения 15.02.2021).

2. ГОСТ 10704-91 «Трубы стальные электросварные прямошовные» - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт] . –URL : <http://docs.cntd.ru/document/gost-10704-91/> (дата обращения 15.02.2021).

3. В10 ГОСТ 10705-80 «Трубы стальные электросварные» - Текст: электронный // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации: [сайт] . –URL : <http://docs.cntd.ru/document/1200003193> (дата обращения 15.02.2021).

СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ШЛАКОБЛОКОВ

Ащеулов В.В.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В статье рассмотрен один из материалов для возведения зданий, который на данный момент набирает популярность.

Ключевые слова: шлакоблоки, строительство, теплопроводность, стены, особенности.

Шлакоблоки давно стали популярны в малоэтажном и дачном строительстве. Этот стеновой камень очень просто укладывать, и, кроме того, он является самым дешевым строительным материалом.

Шлакоблоки используются в монтаже многих строительных конструкций, в том числе и фундаментов. Стеновой блок изготавливается из специальной бетонной смеси и различных наполнителей. Низкая цена шлакоблоков объясняется отходами, используемыми в процессе производства (бросовый материал). Чтобы лучше ориентироваться в разнообразии блоков, необходимо знать их свойства, преимущества и недостатки, а также целесообразность использования в строительстве.

Достоинства шлакоблочных домов:

- Экономичность. Этот материал намного дешевле кирпича и древесины, особенно при самостоятельном производстве.
- Дом из шлакоблоков не требует массивного фундамента.
- Материал не предъявляет особенных требований к хранению и транспортировке.
- Результат – надежное строение, которое не отличается качеством от зданий, возведенных из других материалов.

Но есть и два существенных недостатка:

- Материал не достаточно водостойкий, поэтому строительство производится только в сухую погоду, а стены обязательно штукатурятся.
- Для обеспечения оптимального уровня шумо- и теплоизоляции требуется правильный подбор материалов.

Разновидности шлакоблока:

- Пусто- или полнотелый;
- Блоки и полублок;
- Лицевой либо рядовой;
- С различными поверхностями: шлифованными, рифлеными, рваными, колотыми, гладкими. Для удобного монтажа могут иметь специальные пазы;
- Для межкомнатных перегородок либо несущих стен.

Классифицируются шлакоблоки также по размерам и назначению. Стеновой полный блок может быть полнотелым и пустотелым. Стандартные его размеры: 390x190x188 миллиметров.

- Стеновой полублок пустотелый. Реализуется в нескольких размерах: 390x120x188 и 390x90x188.

- Перегородочный шлакоблок 390x120x188, где 120 мм это толщина стенки. Отношение сторон должны быть идентичны отношению сторон обычного кирпича, это не будет портить привычный вид помещения. При таких размерах шлакоблока один экземпляр заменяет при кладке 4,5 штуки обычного кирпича.

- Стеновые блоки и полублоки, имеющие декоративную поверхность. Они изготавливаются с помощью особых форм, благодаря чему получается узор, похожий на фактуру «рваного» и битого кирпича.

- Цветные шлакоблоки, используемые для ограждения территорий и построек. Их использование значительно снижает стоимость строительства, поскольку не требует дополнительной обработки и защиты от влаги.

Строительство фундамента. Главное требование к фундаменту: фундамент должен быть очень высоким, чтобы защищать дом от влаги, которой боится шлакоблок, и поддерживать хорошую теплоизоляцию. Если дом одноэтажный и не имеет железобетонного пола, фундамент не обязательно должен быть слишком прочным.

Этот процесс выполняется в несколько этапов:

- Формируются траншея и «подушка» из песка и гравия высотой около 50 см.

- Устанавливается опалубка и изготавливается армированный каркас.

- Готовится бетонный раствор и заливается подготовленная конструкция.

- Строительство цоколя, если он предусмотрен, можно начинать через 7 дней, а возведение стен начинается только после полного набора прочности материалом (не менее, чем через месяц).

Кладка стен из шлакоблока:

- Фундамент из шлакоблоков подходит только для неподвижного и сухого грунта в домах с небольшими нагрузками. Важное условие - уровень грунтовых вод должен быть ниже уровня промерзания почвы.

- Рекомендуется для наружных стен использовать полнотелые блоки или те, где пустотность на уровне 30 %.

- В пустоту можно засыпать опилки, что в некоторой степени снизит теплопроводность шлакоблока и утеплит дом. Каждый третий ряд нуждается в армировании, которое укрепит кладку. Для внутренних перегородок лучше всего использовать полублоки, их размеры 390x120x188 мм и 390x90x188 мм. Учитывая, что удерживает тепло шлакоблок плохо, после кладки, стены лучше утеплить снаружи.

- Внешние стены из шлакоблока нельзя оставлять без облицовки, так

как материал очень хорошо впитывает влагу.

- Кладка блоков может производиться несколькими вариантами:
- в один блок;
- в половину;
- в полтора блока;
- в два блока.

Важно обращать особое внимание на первый ряд, который определит ровность всей конструкции. После каждого блока с помощью отвеса проверяется ровность кладки по горизонтали. Строительство начинают с четырех угловых конструкций, высота которых – не менее четырех рядов. Прокладывать ряды необходимо при помощи натянутого шнура.

Дома из шлакоблоков – это прочные и надежные постройки, которые служат долго. Их возведение не требует больших временных и финансовых затрат, особенно если изготавливать шлакоблоки на месте производства работ самостоятельно. Однако для того, чтобы здание было долговечным, а жить в нем было комфортно, нужно выбирать подходящие материалы для утепления и отделки.

Библиографический список

1. Что такое шлакоблок: типы, характеристики и свойства // <http://profidom.com.ua/stati/shkola-remonta-stroitelstvo/20982-chto-takoe-shlakoblok-tipy-kharakteristiki-i-svoystva>.
2. Строительство дома из шлакоблоков // <https://ru-house.net/stroitelstvo/steny/stenovye-bloki/shlakoblok/stroitelstvo-doma-svoimi-rukami.html>.
3. Шлакоблоки - удачное решение для строительства // <http://stroyres.net/kamennye-materialy/stenovye-bloki-i-kamni/shlakobloki/udachnoe-reshenie-dlya-stroitelstva.html>.

УДК 69.054.2

СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ И АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Бакляк А.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В статье рассматриваются основные методы проектирования дорог. Также говорится о типах, стандартах и экономической стороне. Дороги и автомагистрали – это проходные пути, по которым передвигаются люди, животные или колесные транспортные средства. Автомагистрали в последнее время используются как дороги в сельской или городской местности, где точки въезда и выезда для движения ограничены и контролируются.

Ключевые слова: дорога, автомагистраль, транспорт, строительство, проектирование.

Современные дороги можно классифицировать по типу или назначению. Базовый тип - обычная неразделенная дорога с двусторонним движением. Помимо этого, разделены дороги на скоростные автомагистрали (разделенные дороги с контролируемым боковым доступом и некоторыми второстепенными перекрестками на уровне уклона) и автострады (скоростные дороги с полностью контролируемым боковым доступом и без перекрестков на уровне уклона). Дорога с контролируемым доступом и прямыми сборами с пользователей известна как платная дорога.

Функциональные типы дорог - это улицы местного значения, которые обслуживают только прилегающие участки и не пропускают движение; коллекторные, распределительные и подъездные дороги, по которым осуществляется движение транспорта только с их территории; магистральные дороги, по которым проходят транспортные средства из прилегающих территорий и которые являются основными дорогами в пределах региона или населенного пункта; и автомагистрали, которые являются основными дорогами между регионами или населенными пунктами.

Потребности в дорогах тесно связаны с относительным расположением центров населения, торговли, промышленности и транспорта. Движение между двумя центрами приблизительно пропорционально их населению и обратно пропорционально расстоянию между ними. Таким образом, оценка движения на маршруте требует прогнозирования будущего роста населения и экономической активности, оценки их воздействия на землепользование и потребности в поездках, а также знания любых возможных транспортных альтернатив. Ключевые переменные, определяющие потребности дороги, - это ожидаемые объемы движения, тоннаж и скорость на протяжении всего срока службы дороги.

После того, как спрос на движение будет оценен, необходимо спрогнозировать объем дорожных работ, необходимых для обработки этого трафика. Отправной точкой для этих расчетов являются исследования источников, пунктов назначения и вариантов маршрутов текущего трафика. Затем компьютерные модели используются для оценки будущих объемов движения по каждому предложенному маршруту. Оценки выбора маршрута основаны на понимании того, что большинство водителей выбирают - самый быстрый, самый короткий или дешевый маршрут. При планировании также учитывается влияние нового движения на существующие улицы, дороги и места для стоянок.

Если это возможно, следующим шагом в планировании дорожной системы является уточнение выбранного маршрута до узкого коридора. Прорисовка различных вариантов выравнивания с учетом условий местности. Экономические, социальные и экологические преимущества и издержки этих вариантов обсуждаются с соответствующими официальными лицами и

общественными группами до тех пор, пока не будет определен приемлемый конкретный маршрут.

После выбора маршрута создается трехмерная трасса дороги и связанные с ней профили поперечного сечения. Чтобы уменьшить количество перемещаемой земли, выравнивание регулируется там, где это возможно, так, чтобы земля, подлежащая выемке, находилась в равновесии с насыпями, которые предстоит построить. Компьютеры позволяют изучить множество вариантов и получить реалистичные представления о будущей дороге.

Для каждого типа действующей дороги устанавливаются структурные стандарты, чтобы гарантировать ее качество и долговечность. Полосы и их количество полностью определяются сочетанием скорости и торможения движения, так как ограничения расстояния между средствами транспорта означают, что на конкретном маршруте в час проезжает больше автомобилей. Ширина полосы движения и обочин, которая должна обеспечивать баланс между стоимостью строительства и комфортом водителя, позволяет определять ширину проезжей части. Стандарты также определяют придорожные барьеры или дают четкие поперечные расстояния, необходимые по обе стороны проезжей части, чтобы обеспечить безопасность в случае, если транспортные средства случайно покинут проезжую часть. Таким образом, можно определить общую ширину полосы отвода, необходимую для всей дороги, хотя на перекрестках будут возникать дополнительные особые требования.

Стандарты проектирования также помогают определить фактическое выравнивание дороги, указав для каждой расчетной скорости минимальный радиус горизонтальных поворотов, максимальный вертикальный уклон, зазор под мостами и расстояние, на котором водитель должен видеть тротуар впереди, чтобы остановиться или повернуть в сторону.

Дорожное движение осуществляется по дорожному покрытию, которое с инженерной точки зрения представляет собой горизонтальную конструкцию, опирающуюся на естественный материал. Чтобы спроектировать эту структуру, необходимо изучить существующие записи и провести геологоразведочные работы. Соответствующие свойства определяются либо полевыми испытаниями (обычно путем измерения прогиба под нагруженной пластиной или проникновения стержня), либо путем эмпирических испытаний (оценки) на основе типа почвы или лабораторных измерений. Материал испытывается в наиболее слабом ожидаемом состоянии, обычно при максимально возможном содержании влаги. Затем определяется вероятная производительность в условиях интенсивности движения. Грунты, непригодные для окончательного покрытия, определяются для удаления, подходящие заменяющие материалы выделяются, устанавливаются максимальные уклоны насыпей и вырубков, определяется степень уплотнения, которая должна быть достигнута во время строительства, указываются потребности в дренаже.

В типичном сельском покрытии верхний слой дорожного покрытия является слоем износа. Изготовленный из уплотненного камня, асфальта или бето-

на, слой износа напрямую поддерживает автомобиль, обеспечивает достаточную гладкость и сцепление с поверхностью, а также защищает базовый слой и естественные образования от чрезмерного количества воды. Базовый слой обеспечивает необходимое дополнение к прочности, жесткости и долговечности естественного образования. Его толщина варьируется от 10 сантиметров для очень небольшого движения и хорошего естественного образования до более 100 сантиметров для интенсивного движения и плохого естественного образования. Подоснование - это защитный слой и временная рабочая площадка, иногда помещаемая между основанием и естественным пластом.

Тротуары бывают гибкие, либо жесткие, в зависимости от их относительной жесткости на изгиб. Гибкие тротуары имеют базовые ряды из разломанных кусочков камня, которые либо утрамбовываются, либо склеиваются с битумом для образования асфальта. Чтобы сохранить обрабатываемость, камни обычно имеют размер менее 3 см. Первоначально битум необходимо нагреть до температуры 150–200 градусов по Цельсию, чтобы он стал достаточно жидким и смешался с камнем. На участке дороги укладчик укладывает горячую смесь слоями, примерно в два раза превышающими толщину камня. Затем слои тщательно раскатывают, прежде чем смесь остынет и затвердеет. Чтобы избежать расходов на нагрев, все шире используются битумные эмульсии или битумные эмульсии, в которых битумное связующее либо обрабатывают эмульгатором, либо разбавляют более легкой нефтяной фракцией, которая испаряется после прокатки. Эти обработки позволяют смешивать асфальты и размещать их при температуре окружающей среды.

Поверхность гибкого покрытия защищает лежащую под ним основу от движения и воды, а также обеспечивает адекватное трение шины, создавая минимальный шум в городских районах и обеспечивая подходящую светоотражающую способность для вождения в ночное время. Такие поверхности обеспечиваются либо битумной пленкой, покрытой камнем (аэрозольное уплотнение), либо тонким слоем асфальта. Уплотнение методом распыления и удаления стружки используется на базовых уровнях для легких и умеренных объемов движения или для восстановления существующих асфальтовых покрытий. Это относительно дешево и эффективно и служит около 10 лет. Главный недостаток - высокий уровень шума. Техническое обслуживание обычно включает дальнейшее нанесение распыления битума. Асфальтовое покрытие используется при больших объемах движения или в городских условиях. Покрытие из асфальта обычно содержит более мелкие и более износостойкие камни, чем базовый слой, и требует относительно большего количества битума. Оно лучше противостоит горизонтальным силам и производит меньше шума, чем герметичное уплотнение с разбрызгиванием.

Жесткие покрытия изготавливаются из портландцемента. Бетонная плита имеет толщину от 15 до 35 см. Ее укладывают асфальтоукладчиком, часто на поддерживающий слой, который предотвращает давление, вызванное движением транспорта, от перекачки воды и материала естественных пород на поверхность через стыки и трещины. Бетон дает усадку по мере за-

твердевания, и этой усадке препятствует трение нижележащего слоя, в результате чего в бетоне появляются трещины. Растрескивание обычно контролируется добавлением стальной арматуры для повышения прочности покрытия на растяжение и обеспечения того, чтобы любое растрескивание было максимально мелким и равномерно распределенным. Иногда для этой цели также используются поперечные швы. Продольные же швы используются на краю проезжей части, когда невозможно отлить всю проезжую часть за один проход укладчика.

В местах, где местный природный материал не соответствует стандартам для использования в качестве основы, его можно «стабилизировать» относительно небольшими количествами извести, портландцемента, пуццолана или битума. Прочность и жесткость смеси повышаются за счет поверхностной реакционной способности добавки, которая также снижает проницаемость материала и, следовательно, его восприимчивость к воде. Специальные машины распределяют стабилизатор по верхним слоям почвы от 20 до 50 см.

Принимая решение о том, использовать ли гибкое, жесткое или стабилизированное покрытие, инженеры принимают во внимание стоимость срока службы, ходовые качества, нарушения дорожного движения из-за обслуживания, простоту и стоимость ремонта, а также влияние климатических условий. Часто бывает мало выбора между жестким и гибким покрытием.

Свойства основного материала обычно определяются лабораторными испытаниями, хотя иногда проводятся полевые испытания, чтобы убедиться, что процесс строительства достиг цели проектировщика. Проектировщики обычно рассматривают возможность разрушения конструкции в результате однократной перегрузки, а также накопления повреждений при прохождении множества обычных нагрузок. Оба этих типа отказов почти полностью вызваны грузовиками.

Адекватный дренаж является самым важным элементом характеристик дорожного покрытия, и дренажные системы могут быть обширными и дорогими. Дренаж предполагает обращение с существующими водотоками, отвод воды с поверхности дорожного покрытия и контроль подземных вод в конструкции дорожного покрытия. При проектировании системы инженер сначала выбирает «расчетный шторм», т.е. самое сильное наводнение, которое можно ожидать в назначенный период времени (до 100 лет для основной дороги или всего 5 лет для второстепенной улицы, по которой проходит местное движение). Дренажная система должна быть способна отводить ливневую воду, образующуюся в результате этого проектного шторма, без затопления проезжей части или прилегающей территории. В районах, где землепользование меняется с сельскохозяйственного на жилое или коммерческое, пиковые потоки заметно увеличиваются, поскольку прилегающая территория покрыта крышами и мощением.

Безопасность требует быстрого удаления воды с поверхности тротуара. В городских районах вода попадает в неглубокие желоба, а оттуда - во входные отверстия подземных водостоков. В сельской местности поверхностные

воды стекают за обочины в продольные дренажные канавы, которые имеют плоские боковые откосы, позволяющие транспортным средствам, выезжающим за тротуар, восстановиться без серьезных происшествий. Срезные поверхностные водостоки используются для предотвращения беспрепятственного стекания воды по откосам вырубок и насыпей.

Слои вертикального дренажа, образованные из заполнителя одного размера или специальных листов, называемых геотканями и геомембранами, используются для предотвращения просачивания грунтовых вод сбоку в структуру дорожного покрытия. Кроме того, между слоем основания и естественным грунтом часто вставляют горизонтальный дренажный слой, чтобы удалить воду из конструкции дорожного покрытия и остановить восходящее капиллярное движение любых природных грунтовых вод. Подземные стоки также можно использовать для понижения уровня грунтовых вод, предотвращая попадание воды и удаляя воду, которая попадает в конструкцию дорожного покрытия.

Полный проект предлагаемой дороги анализируется с точки зрения затрат, а также экономических, социальных и экологических последствий. Он также может быть подвергнут публичному рассмотрению. Этот шаг может быть длительным, поскольку новые дороги обычно популярны среди путешествующих людей, но иногда вызывают беспокойство в сообществах, по которым они проезжают.

После утверждения дороги и нахождения финансирования геодезисты определяют ее трехмерное местоположение на местности. После этого можно приступить к формованию материала на месте его требуемой формы и установке подземной дренажной системы. Импортный дорожный материал укладывается на естественный пласт и может содержать воду; Затем ролики используются для уплотнения материала до необходимой плотности. Если возможно, разрешается движение некоторого транспорта по завершённым земляным работам для обнаружения слабых мест.

В странах, где рабочая сила недорогая и менее квалифицированная, традиционные ручные методы строительства дорог все еще распространены. Однако развитый мир в значительной степени полагается на специально построенные строительные заводы. Его можно разделить на оборудование для шести основных строительных целей: расчистка, земляные работы, формирование и уплотнение естественной формации; установка подземного дренажа; изготовление и транспортировка дорожно-строительного агрегата; производство асфальта и бетона; укладка и уплотнение слоев дорожной одежды; и строительство мостов и водопропускных труб.

Во избежание высоких затрат на транспортировку материалы, используемые для строительства основного слоя, предпочтительно располагать рядом со строительной площадкой; Использование дорогих материалов при строительстве дорог большой протяженности экономически невозможно. Процесс выемки такой же, как и при выемке горных пород, хотя рыхлители могут использоваться для получения материала более низкого качества. Дробилки, гро-

хоты и шайбы производят камень нужного размера, формы и чистоты.

Срок службы дорожной конструкции зависит от качества ее обслуживания и мелкого ремонта. Техническое обслуживание обеспечивает безопасность проезжей части, обеспечивает хорошие условия для движения и продлевает срок службы дорожного покрытия, тем самым защищая инвестиции в дороги. Техническое обслуживание состоит из работ, связанных с состоянием дорожного покрытия, обочин, дренажа, транспортных средств и полосы отвода. Она включает в себя быстрое заделывание трещин и выбоин для предотвращения попадания воды через поверхность, удаление мусора, выбрасываемого на обочину проезжей частью, и уход за разметкой, знаками и сигналами на тротуаре. В суровом зимнем климате требуются значительные усилия для удаления снега и льда с тротуара, для разбрасывания соли для удаления снега и льда и для распределения песка для лучшего сцепления с дорогой.

Библиографический список

1. Антонов А. М. и др. Дорожное строительство. Организация, планирование, управление. — М., 1981
2. Фред Бенсон Мл. Roads and highways// Электронная научная энциклопедия "Britannica". — Лондон, 2018.
3. Кизима С. С. Технология строительства автомобильных дорог. — Киев, 1985

УДК 72.017.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Зинкова О.Л.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Оптические иллюзии встречаются в дикой природе, но также являются частью нашей жизни. Отличительной чертой этого видения является то, что вы можете видеть то, чего на самом деле нет. Создавать и использовать оптические иллюзии человек научился давно. Оптические иллюзии отличные помощники художников, дизайнеров и архитекторов. Возникновение и развитие приемов создания зрительно иллюзорного пространства в архитектуре охватывает периоды, начиная от искусства древнейших времен до современных течений постмодернизма.

Ключевые слова: оптическая иллюзия, перспектива, размер, форма, иррадиация.

Самый яркий пример – Парфенон. Еще 25 веков назад древние греки

использовали иллюзии, чтобы подчеркнуть красоту и величие Парфенона. Во время строительства Парфенона, зодчие сосредоточили внимание на колоннах храма, при лучшем освещении как бы зрительно уменьшая объем объекта. То есть, если бы все колонны были одинаковые, то угловые колонны казались бы меньше по отношению к другим. Равномерно уменьшив объем верхней и нижней опорных колонн, зодчий добился четко определенного вертикального визуального ощущения. Зодчий воспользовался своими знаниями и в перспективе смог добиться такого эффекта, в результате которого храм, кажется больше, чем он есть. Он правильно рассчитал, как измерить пропорции конструкции, чтобы она соответствовала прямой видимости человека, смотрящего на храм снизу.

Перспектива – это техника представления пространственных объектов на любой поверхности. На основе тех видимых сокращений их размеров, изменений контуров формы и соотношений отсечения, которые наблюдаются в природе. Проще говоря, это процесс рисования трехмерного изображения на двухмерной плоскости.

Сама перспектива – это своего рода, иллюзия зрения. Она получается вследствие того, что при оценке рисунка, человек воспринимает его как изображение, постепенно удаляющихся или приближающихся предметов.

Условно оптические иллюзии можно разделить на несколько групп:

- обусловленные искажением восприятия размера, формы, расстояния, т.е. физической величины;
- связанные с адаптивными способностями нашего восприятия;
- иллюзии, появляющиеся благодаря тому, что наш мозг пропускает всю получаемую информацию через свой имеющийся опыт.

Иррадиация – это зрительная иллюзия, при которой светлые объекты на темном фоне кажутся больше чем темный объект на светлом фоне, хотя проекции в двух случаях не отличаются друг от друга по размеру.

Очень интересна знаменитая королевская лестница, или скала Режа, соединяющая дворец Папы с собором Святого Петра. При его строительстве Бернини использовал технику искусственной перспективы.

Лестница покрыта сейфом и постепенно сужается, поэтому высота столбов, идущих по их сторонам, соответственно уменьшается. Архитектору удалось создать иллюзию увеличенной длины и размера лестницы, добившись такого эффекта: когда Папа поднимается по лестнице, он выглядит крупнее.

Площадь Святого Петра окружена колоннами Бернини. Кажется, что овальная форма меняется, потому что угол меняется в зависимости от угла обзора. Стоя в определенной точке площади, можно наблюдать удивительные оптические эффекты. Колонны всех рядов выстраиваются в один ряд. Четыре ряда великолепных мраморных колонн поддерживают эластичную ленту, покрытую 140 статуями христианских святых, созданными последователями Бернини.

Дэвид Боуман считает, что подход 11/7 знаком древнеегипетским ар-

хитекторам. В его терминах: «11 ладоней» и «7 ладоней». Также известно, что Лоренцо Бернини использовал приближение «223/142» при проектировании «замочной скважины». 446 это высота собора Святого Петра в английских футах. И 284 это количество рядов столбцов у Лоренцо Бернини.

Полукруглые колонны выполнены в форме раскрытых рукавов, словно охватывающих весь мир. Четырехрядный столб был построен в 1660 году. Высота столба составляет 20 метров, а ширина 1,6 метра.

Оптические эффекты, используемые в ландшафтном строительстве, объясняются законами света, законами линейных и воздушных точек зрения, а также общими характеристиками человеческого зрения и восприятия. Например, всем известно, что близлежащие объекты выглядят большими, а удаленные маленькими. На основании этих знаний делаем выводы о примерном расстоянии до объекта и глубине ландшафта. Размещение крупных объектов и других элементов дизайна на переднем плане, а мелких объектов на удалении создает полную иллюзию расстояния и глубины и широко используется в ландшафтном строительстве.

Русские архитекторы также использовали оптическую иллюзию. Примером может служить Троицкий собор Троице-Сергиевой лавры, построенный в 1422 году на могиле преподобного Сергия Радонежского. Его внешние стены имеют значительный уклон к центру здания, что делает конструкцию более устойчивой. Чтобы храм выглядел выше, барабаны, поддерживающие купол, утончаются. Внутри собора возникает еще одна иллюзия. Собор, кажется больше, чем он есть на самом деле.

На сегодняшний день, перед архитекторами стоит задача. Создание гармоничных архитектурных объектов, в плотной городской застройке. Решением этой задачи может стать использование пространственных иллюзий, с помощью которых можно добиться расширения или углубления пространства. Плотная городская застройка привела к разнообразным образам архитектурных пространств. Современным архитекторам пришлось воспользоваться знаниями зрительного восприятия для создания оптических иллюзий в своих работах. Благодаря оптическим иллюзиям создается обширный круг возможностей в изменении и формировании объемно-пространственной композиции. Умения и знания архитекторов применять зрительные иллюзии в своих работах позволяют решить задачи в проектировании зданий и сооружений.

Библиографический список

1. Калашникова О.Б., Горовенко Л.А. Использование оптических иллюзий в архитектуре и строительстве / О.Б. Калашникова, Л.А. Горовенко *Международный студенческий научный вестник*. – 2016. – № 5-3.;

2. Савельева Л.В. Визуальные иллюзии в архитектурной композиции: диссертация / Л.В. Савельева: [Место защиты: ФГБОУ ВПО Московский архитектурный институт (государственная академия)], 2016.- 171с.

3. Меньшикова, Г.Я. Иллюзии зрительного восприятия / В мире науки / Г.Я. Меньшикова. — 2004. - № 6. - С. 84-89.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Канке Ю.Н.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В данной статье представлена информация о состоянии деревянного строительства в настоящее время, ситуации в России и за рубежом. Перечислены достоинства и недостатки древесины. Рассмотрены современные продукты модифицирования древесины. Приведены примеры использования дерева в строительстве за последние года.

Ключевые слова: древесина, строительство, деревянное строительство, модифицирование древесины, CLT-панели, LVL-брус, термодревесина, многоэтажные дома.

Строительство из деревянных конструкций – новый мировой тренд, который ведет к появлению экологически чистых зданий и сооружений. По сравнению с большинством других строительных материалов дерево – ресурс, который возобновляется. Грамотное использование дерева в строительстве не причиняет вред лесам. Правильно продуманная вырубка, наоборот, поддерживает здоровье лесов и сокращает риск лесных пожаров. Во всем мире постоянно происходит высадка новых деревьев, что приводит к сохранению всей экосистемы. При существующих методах и технологиях конструирования дерево может конкурировать со сталью и железобетонном. Благодаря новым технологиям обработки у древесины появляются новые и совершенствуются уже существующие свойства. Вследствие воплощения новых конструктивных и архитектурных идей образуется экологически чистая среда обитания, появляется возможность возведения деревянных многоэтажных жилых домов, общественных зданий, деловых центров, аэропортов и даже небоскребов [1].

Применение дерева в строительстве достаточно часто встречается в Европе, США и Японии. С каждым годом в Европе его доля увеличивается в среднем на 20 %, и уже сейчас объем деревянных зданий и сооружений достигает почти 80 % от всего числа новостроек [2]. Положительная динамика использования древесины в строительстве наблюдается в Финляндии, Германии, Австрии [1].

Несмотря на то, что около 20 % древесины всего мира приходится на Россию, лесная промышленность развивается недостаточно активно и плохо раскрывает свой потенциал, тем самым принося экономике страны минимальные доходы [2]. За последние годы в РФ прослеживается отрицательная динамика использования древесины в строительстве (см. рисунок 1).

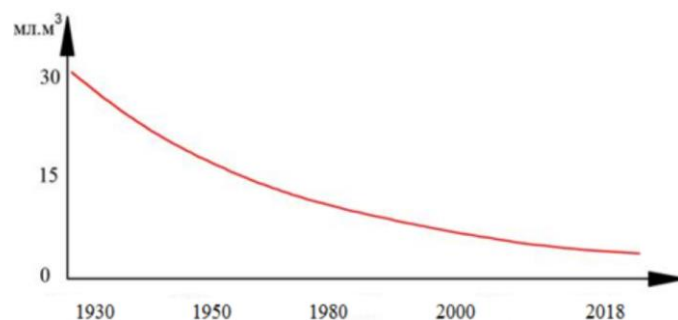


Рисунок 1 – Динамика использования древесины в строительстве в России

Большую часть древесины в строительстве в России используют при осуществлении строительно-монтажных работ, в виде опалубки, лесов и подмостей. Структура использования лесоматериала в строительстве (см. рисунок 2) состоит из пяти основных областей:

1. Как вспомогательный материал, при осуществлении строительно-монтажных работ;
2. Несущие деревянные конструкции;
3. Малоэтажное домостроение;
4. Кровельные настилы, обрешетка;
5. Столярные изделия.

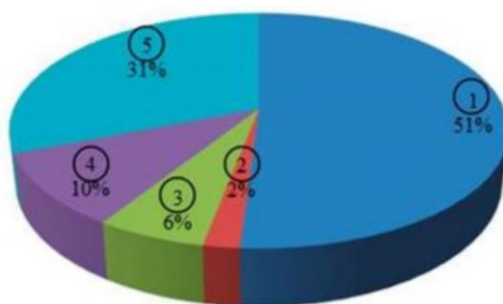


Рисунок 2 – Структура использования лесоматериала в строительстве в РФ

В российской стройиндустрии редко используют древесину как основной конструкционный материал, выбирая более привычные: камень, железобетон и сталь [3]. На это есть ряд причин:

- несовершенство нормативной базы;
- неразвитая технология;
- недостаток информации о достоинствах деревянных конструкций и зданий из них [2];
- существование заблуждений о нерациональности использования дерева в строительстве [1].

За последние годы вырос интерес к деревянному домостроению. Все чаще заказчики выбирают использование дерева в архитектурном облике здания, что придает достаточно выразительный и привлекательный внешний вид, а также увеличивается спрос на каркасные деревянные дома [3]. Для развития этого направления в России поднимается вопрос о предоставлении льготных кредитов как для физических, так и для юридических лиц на стро-

ительство и на приобретение квартир в деревянных домах [2].

Материал из древесины обладает рядом достоинств. Особые акустические качества позволяют использовать ее в отделке лучших концертных залов. При достаточно низкой плотности у материала высокий показатель прочности. Благодаря устойчивости к влаге и отсутствию коррозии большепролетные деревянные конструкции применяются как покрытия бассейнов и аквапарков. Не менее важным достоинством является возобновляемость ресурсной базы. Экологическая чистота и эстетичность добавляют зданиям из дерева благоприятный микроклимат. Работа с деревянными конструкциями менее трудо- и энергоемка, их монтажу присущи высокая технологичность и скорость. Строительство из дерева возможно в сложных инженерно-геологических условиях, с сейсмической активностью, на территориях с горными подработками и просадочностью [2]. По сравнению с железобетонными и стальными конструкциями, производство, обработка, транспортировка и монтаж деревянных получаются дешевле. Кроме того, из древесины низкого сорта, щепы и отходов могут получаться современные высокотехнологичные материалы, которые отличаются высокой прочностью и долговечностью [1].

Несмотря на ряд преимуществ, существуют и недостатки, которые мешают широкому применению древесины в строительстве и конструировании зданий и сооружений. Это ползучесть, зависимость свойств от влажности, разнородность строения, склонность к загниванию, горению и поражению насекомыми, а также анизотропия – различие механических и упругих свойства для направлений вдоль и поперек волокон [2].

Для устранения недостатков применяется изменение свойств древесины – модифицирование. До недавнего времени выделялось пять основных методов модифицирования древесины:

- Прессованная древесина;
- Модифицированная с помощью химических и механических процессов древесина;
- Механохимически модифицированная древесина;
- Пропитанная под воздействием ионизирующего излучения древесина;
- Древесина, обработанная изменяющими тонкую структуру и химический состав веществами.

В последние годы были разработаны новые продукты из древесины. На рубеже прошлого и нынешнего столетия была создана термодревесина. При проведении исследований оказалось, что при воздействии пара высокой температуры на древесину изменяется ее биологический состав на молекулярном уровне. Это приводит к улучшению её свойств и эксплуатационных характеристик, тем самым расширяется сфера применения лесоматериалов. Помимо этого, древесина становится более хрупкой, и поэтому надо сверлить направляющие отверстия для шурупов и гвоздей, особенно у торцов доски. Также необходимо периодически обрабатывать участки, которые

находятся под открытым солнцем, так как термодревесина более чувствительна к ультрафиолету. В настоящее время существует более десятка запатентованных процессов термообработки древесины, появляются заводы по обработке дерева в Германии, Франции, Австрии, Нидерландах и России. По всему миру работает около 30-40 производственных площадок по созданию термодерева, половина из них – в Финляндии (75 тыс. м³). Объем рынка термодерева в России составляет около 8 тыс. м³.

Одна из наиболее распространенных и прогрессивных технологий в деревянном строительстве – использование CLT-панелей (Cross Laminated Timber – «перекрестно-склеенная древесина»). В их состав входит нечетное количество слоев строганных досок, у которых влажность составляет 12 % и толщина 30 мм. Их количество (3-9 шт.) меняется в зависимости от назначения панелей, склеенных крест-накрест в пакет. Ширина плит составляет 0,6 м, 1,2 м или 2,95 м (до 4 м). Длина плит может достигать 24 м. Толщина составляет от 57 мм до 500 мм. Слои проклеивают экологичными меламиновыми или полиуретановыми клеями. Проклейка в прессе под высоким давлением снижает характеристики усадки в древесине до минимума, и сами CLT-панели становятся монолитом и не уступают даже железобетону в несущей способности. Такие панели огнестойки, сейсмостойки, не требуют устройства дополнительной тепло- и звукоизоляции, не требуют высокой квалификации рабочих, потому что сборка комплектов домов заводской готовности, которые состоят из крупных панелей, происходит на строительной площадке. В странах Европы, Америки, Австралии идет активное проектирование и строительство высотных здания из CLT-панелей в 12-18 этажей. В России уже идет производство CLT – панелей на ряде заводов, но из-за существующих среди россиян заблуждений относительно дерева, конкуренции с клееным брусом, а также отсутствия регламентов нормативной базы, рынок пока мало развит.

Еще одной из новейших технологий домостроения является МНМ (Massiv-Holz-Mauer) – создание стены из перекрещенной доски без клея. Панель формируют крестообразно соединенные между собой алюминиевыми гвоздями доски 3-4 сортов, толщина которых составляет 23-24 мм, ширина произвольна, влажность 12%. В зависимости от месторасположения панели в объеме здания количество слоев может быть от 5 до 15, и должно оставаться нечетным. Таким образом, толщина панелей составляет от 115 мм до 340 мм. Обработка сбитых панелей проходит на станках с ЧПУ, где происходит фрезеровка торцов панели по контуру, опилование по требуемым размерам, и создание оконных и дверных проемов и технологических отверстий под инженерные сети. Стена из таких панелей не подвергается усушке и усадке, ее форма стабильна.

Также следует выделить LVL-брус (Laminated Veneer Lumber – «пиломатериал из слоёного шпона»). Он состоит из склеенных между собой слоев (от 3 до 9) лущёного шпона древесины сосны, ели и лиственницы, толщиной 3 мм. Длина брусьев (балок) и плит достигает 20,5 м, ширина составляет от

64 до 1250 мм, толщина от 27 до 90 мм. Применяется чаще всего в несущих элементах каркаса, так как прочность на горизонтальные нагрузки достаточно высока. Из-за того, что длина балки почти не ограничена, возможно проектирование и возведение конструкций больших пролетов (до 36 м) и объемов. Благодаря отсутствию пористости LVL-брус можно использовать в зданиях с агрессивной средой и в помещениях с повышенной влажностью.

Вышеперечисленные материалы могут также комбинироваться между собой и составлять гибридные варианты строительства. Каркас может монтироваться из железобетона, а композиционная древесина будет составлять ограждающие конструкции и второстепенные балки [2].

Примером использования древесины в многоэтажном строительстве может послужить общежитие для студентов на 400 человек в Канаде. Здание состоит из 18 этажей, в нем использованы CLT - плиты перекрытия и CLT - несущие опоры. Для ускорения процесса строительства было применено трехмерное комплексное моделирование, разработка BIM – модели объекта. Железобетон использовался для создания сердечника для лифтов как ядра жесткости, остальная конструкция состоит из CLT. Общежитие отвечает требованиям экологии и соответствует нормам пожаробезопасности. Воплощение данного проекта разрешило проектировщикам возведение зданий из CLT панелей выше 6 этажей.

Еще одним примером является модульный жилой дом под названием 79 & Park в Стокгольме, который был построен архитектурной студией Vjarke Ingels BIG. Образ здания схож с зеленым растительным холмом. Этот жилой комплекс построен полностью из дерева и располагается рядом с небольшим коммунальным парком. Проект выглядит как размещенные друг за другом модули кубической формы, которые постепенно уменьшаются. Подобное решение фасадов создает террасную конструкцию, напоминающую скат холмов. Идея проекта состоит в создании гармонии между архитектурой и окружающей средой. Данный баланс также поддерживает главный строительный материал – древесина [1].

В настоящее время появляются все более современные, более качественные и относительно доступные материалы из дерева для строительства. С каждым годом создаются и реализуются проекты, которые доказывают, что древесина – достойный строительный материал, обладающий высокой прочностью, огнестойкостью и долговечностью. Деревянные сооружения вписываются в современность своей экологичностью и эстетикой. В Северной Америке, Европе и Японии ежегодно увеличиваются объемы деревянного строительства из новейших деревянных конструкций. В России рынок производства современных материалов из дерева мало развит, но уже создаются предпосылки к его усовершенствованию.

Библиографический список

1. Иванченко И.А. Деревянная архитектура - архитектура будущего // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. 2019. №3 (29). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/derevyannaya-arhitektura-arhitektura-budushego> (дата обращения: 07.11.2020);

2. Щелокова Т.Н. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ УЛУЧШЕНИЯ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ И ДЕРЕВЯННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ // Вестник БГТУ имени В.Г. Шухова. 2018. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-uluchsheniya-svoystv-drevesiny-i-derevyannyh-stroitelnyh-konstruktsiy> (дата обращения: 07.11.2020);

3. Косов И. И. Применения древесины в качестве конструкционного материала в XXI веке // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». 2019. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniya-drevesiny-v-kachestve-konstruktsionnogo-materiala-v-xxi-veke> (дата обращения: 07.11.2020).

УДК 69.059

КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, ОБНАРУЖЕННЫХ НА СТАДИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Кастырина А.И.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kastyrina2000@mail.ru*

Металлические конструкции, используемые при строительстве зданий и сооружений, могут содержать различные дефекты и повреждения, оказывающие негативное влияние на прочностные и другие характеристики объекта. В статье приводятся сведения о повреждениях и дефектах металлоконструкций зданий, возникающих при изготовлении и монтаже конструкций, а также при эксплуатации.

Ключевые слова: металлоконструкции, классификация, дефекты, повреждения, специфические нарушения, конструктивные особенности.

Дефектами обычно называют несоответствия размеров конструкции, как в целом, так и ее отдельных частей проектным требованиям, а также отклонения от допустимого состояния, возникающие в процессе производства и монтажа, а те, которые возникают в процессе воздействия нагрузок и условий эксплуатации повреждениями.

Прежде чем приступить к осмотру, сначала необходимо провести осмотр объекта с целью выявления объема, специфики и направленности осмотра. Во время предварительного обследования, прежде всего, нужно обратить внимание на конструкции, которые могут быть потенциально опасны, и, при необходимости, ограничить нагрузки или полностью разгрузить конструкции. При обнаружении аварийного состояния необходимо незамедли-

тельно назначить надежные страховочные крепления.

Повреждения и дефекты металлоконструкций можно разделить по нескольким критериям: по времени возникновения, по причине возникновения, по способу обнаружения и т.д. Довольно часто дефекты и повреждения классифицируют на стадии строительства сооружения.

Данная классификация основана на разделении дефектов и повреждений по времени их появления:

- стадия проектирования;
- стадия изготовления и транспортировки;
- стадия монтажа.

Металлоконструкции зданий испытывают различные внешние и внутренние воздействия, так как они разрабатываются в частично сложных условиях со сложным напряженным состоянием:

- силовые (собственная масса конструкций, эксплуатационные силовые факторы);
- технологические воздействия температуры (от технологических процессов и эксплуатации технологического оборудования);
- природные воздействия (снегопад, порывистый ветер, различного рода землетрясения и др.);
- коррозионные воздействия (от атмосферных явлений и воздействия агрессивной производственной среды).

Повреждения от силовых воздействий чаще всего обосновываются недостаточной несущей способностью из-за недостатков проектной документации или некачественным изготовлением, а также непроектной нагрузкой в процессе эксплуатации.

Повреждения, возникающие в результате воздействия производственной среды, связаны с ее агрессивностью, увлажнением конструкций и механическими повреждениями в процессе эксплуатации [1].

Данные факторы способны оказать пагубное воздействие на долговечность в использовании металлоконструкций производственных зданий и содействуют увеличению количества дефектов и повреждений, которые могут привести к поломке и разрушению как отдельных элементов конструкций, так и всего здания в целом.

Также можно классифицировать дефекты и повреждения по различным критериям, таким как: причина их возникновения; конструктивные особенности (материал, соединение, конструкция); тип их проявления. Одним из важнейших этапов классификации является оценка дефектов и повреждений с использованием нормативных документов и выполнение поверочных расчетов.

Могут возникнуть такие трудности, как:

- отсутствие данного дефекта в нормативной литературе и сложность его оценки как следствие;
- отсутствие проверочного метода расчета при наличии тех или иных дефектов и повреждений;

- сложность расчета при определенном сочетании дефектов и повреждений.

Наиболее характерными дефектами сварных соединений являются: неполномерность швов (рисунок 1), наплывы (рисунок 2), подрезы основного металла (рисунок 3), непровары в корне и по сечению шва (рисунок 4), шлаковые включения (рисунок 5), поры (рисунок 6) [2].

Главной причиной возникновения данных дефектов является нарушение режимов сварки и некачественной подготовкой (очисткой, разделкой) кромок свариваемых элементов.

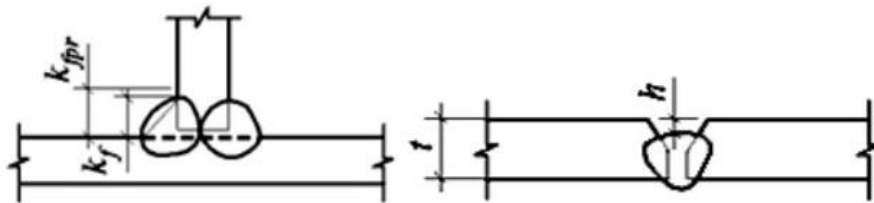


Рисунок 1 - Неполномерность угловых и стыковых швов

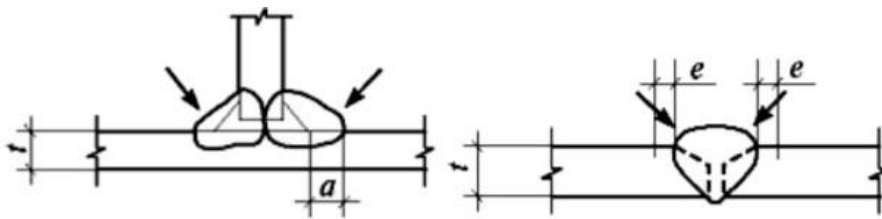


Рисунок 2 - Наплывы угловых и стыковых швов

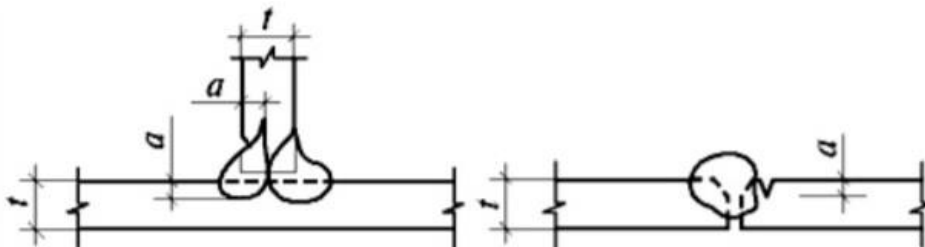


Рисунок 3 - Подрезы основного металла угловых и стыковых соединений

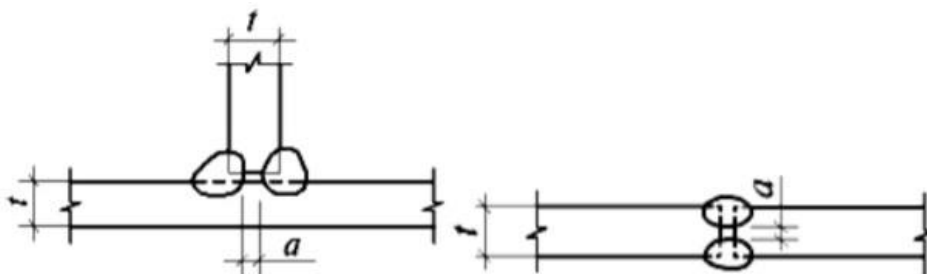


Рисунок 4 - Непровар в корне шва при двусторонней сварке в угловых и стыковых соединениях

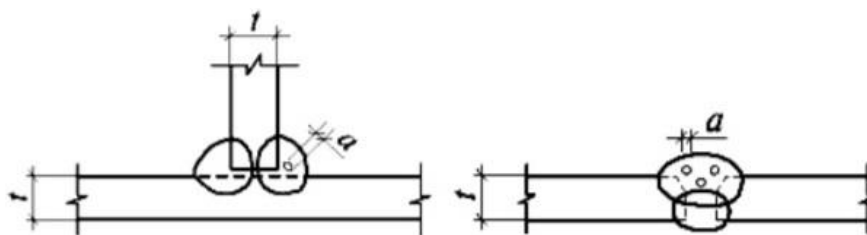


Рисунок 5 - Шлаковые включения в угловых и стыковых соединениях

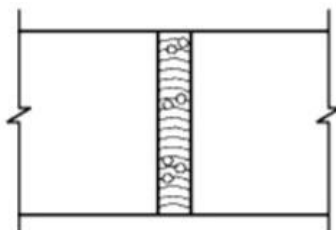


Рисунок 6 - Поры в сварном соединении

Специфические нарушения, влияющие на рабочую пригодность металлоконструкций:

- разрывы несущих элементов или их отрыв в стыках приводят к аварии или аварийной ситуации;

- возникновение усталостных или хрупких трещин в основном металле или сварных соединениях, возникающие при неправильном выборе марок стали, плохой конструктивной форме, влияние низких температурах на конструкцию или воздействию циклических нагрузок; возникновение хрупких трещин происходит на этапах транспортировки, монтажа и использования, усталостных на этапе эксплуатации (хрупкие трещины приводят к аварии или аварийной ситуации, усталостные к эксплуатационной непригодности конструкции);

- локальные изгибы или разрезы в сжатых и растянутых элементах, возникающие вследствие механических повреждений при эксплуатации, транспортировании, установке либо при нарушении правил эксплуатации конструкций, которые в ряде случаев снижают несущую способность этих элементов до недопустимых пределов;

- изгибы элементов сверх допустимых значений, возникающие при нарушении соответствующих требований к транспортировке, монтажу и эксплуатации конструкций, в результате чего возникает аварийная ситуация;

- коррозия металла и разрушение защитных покрытий, возникающие вследствие низкого качества защитных материалов, неправильного определения их типа и нарушения правил технической эксплуатации оборудования и конструкций и приводящие к сокращению срока службы конструкций, а иногда и к возникновению аварийной ситуации;

- нарушение болтовых и заклепочных соединений вследствие неподходящей конструктивной формы соединения и особенностей силового нагружения, вызывающее снижение несущей способности конструкций и ограничение их эксплуатационной пригодности [3].

Категория и признаки состояния конструкций:

I – исправное состояние. Отсутствие дефектов и повреждений, оказывающих влияние на эксплуатационную пригодность.

II – работоспособное состояние. Некоторые параметры не отвечают нормам. В отдельных местах коррозия с повреждением до 5% поперечного сечения, локальная кривизна от ударов транспортного средства и другие повреждения, которые приводят к ослаблению поперечного сечения до 5%. Но выявленные нарушения не приводят к нарушению работоспособности;

III – неудовлетворительное. Прогобы гнутых элементов превышают 1/150 пролета. Пластинчатая ржавчина с уменьшением площади поперечного сечения несущих элементов до 15 %. Локальная кривизна от ударов транспортного средства и других механических повреждений приводит к ослаблению поперечного сечения на 15 %. Кривизна узлов фермы;

IV – предаварийное. Потеря локальной устойчивости аварийных конструкций. Характеризуется снижением несущей способности. Механическое повреждение, которое приводит к ослаблению поперечного сечения до 25%. Отклонения ферм от вертикальной плоскости более чем на 15 мм. Нарушение узловых соединений от проворачивания болтов или заклепок; разрывы отдельных растянутых элементов; присутствие трещин в основном материале элементов; нарушение стыка и взаимного смещения опор. Необходимы срочные меры по предотвращению аварий и обрушения конструкций [3].

Конструктивная надежность является неотъемлемой частью промышленной безопасности, поскольку в процессе эксплуатации металлоконструкции зданий металлургических производств приобретают дефекты, которые могут привести к риску аварийного обрушения. Обнаруженные повреждения и дефекты должны быть немедленно оценены с точки зрения риска аварийной ситуации и, при необходимости, приняты срочные меры по его предотвращению.

Библиографический список

1. Смирнов Валерий Владимирович, Свитцов Максим Александрович, Шилеева Анна Юрьевна, Шихова Елена Николаевна, Поникарова Юлия Евгеньевна / Анализ дефектов и повреждений металлических конструкций зданий металлургических производств // European science. 2015. №8 (9). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-defektov-i-povrezhdeniy-metallicheskih-konstruktsiy-zdaniy-metallurgicheskikh-proizvodstv> (дата обращения: 13.11.2020).

2. Категории технического состояния здания при проведении обследования строительных конструкций зданий и сооружений: [Электронный ресурс]. URL: <https://lidersk.ru/>. (Дата обращения: 13.11.2020).

3. Антонов, В.М. Анализ качества проектирования, изготовления и монтажа стальных конструкций / В.М. Антонов, О.В. Евдокимцев, В.В. Леденев // Эффективные конструкции, материалы и технологии в строительстве и архитектуре : сб. ст. междунар. науч.-практ. конф. – Липецк : ЛГТУ, 2007. – С. 173 – 176.

СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ПЕНОБЛОКОВ

Коткина И.К.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В статье рассмотрен один из материалов для возведения зданий, который на данный момент набирает популярность.

Ключевые слова: пеноблоки, строительство, теплопроводность, стены, особенности.

Пенобетон, из которого изготовлены пеноблоки, относится к классу легких бетонов. Свойство легкого бетона сочетать конструктивную прочность и хорошие теплоизоляционные свойства обеспечивает стабильную популярность строительства из пеноблоков.

Исходя из устоявшейся практики, пенобетон и пеноблоки находят множество применений в строительстве. Среди них:

1) Возведение несущих стен, перегородок. Из пеноблоков можно возводить однородные самонесущие стены с достаточной теплоизоляцией. Плюс к этому пеноблоки отлично подходят для возведения перегородок в многоэтажных домах (за счет небольшого веса материала и хороших звукоизоляционных качеств).

2) Заполнение монолитного каркаса. Строится каркас, состоящий из железобетонных колонн и перекрытий, связанных в единое целое. Стены каркаса заложены кладкой из пеноблоков низкой плотности (теплоизоляционные).

3) Возведение трехслойных стен, где пенобетон или его блоки выступают в качестве утеплителя. Это так называемая кладка колодца. Использование пенобетона в качестве промежуточного слоя (в виде блоков или заливкой) не совсем типично, однако такое тоже встречается.

4) Заливка пенобетона в несъемную опалубку и другие приемы. Применения пенобетона в строительстве очень много.

Для каждой из задач оптимально использовать материал определенной плотности. Так, несущие стены одно-двухэтажных домов возводятся из пеноблоков плотностью D600-650 и выше. И наоборот, монолитный каркас заливается пенобетоном самой низкой доступной плотности - D400. Плотность и прочность пенобетона - неотъемлемые характеристики веса. При изменении одного параметра второй должен «плавать».

Для расчета толщины стены с точки зрения достаточной теплоизоляции используются цифры коэффициента теплопроводности. Для одного и того же материала есть два значения этого коэффициента. Традиционно производитель указывает стоимость материала в сухом состоянии. В реальных теплотехнических расчетах необходимо использовать коэффициент теплопроводности в ре-

жиме рабочей влажности, который немного отличается (в сторону увеличения) от расчетного. Например, пенобетон марки Д600 в рабочем режиме влажности имеет коэффициент теплопроводности 0,16-0,18 Вт / (м • °С).

Рассмотрим особенности строительства из пенобетонных блоков.

1) Доставка. В идеале, когда пеноблоки доставляются на строительную площадку манипулятором, а сами блоки находятся на поддонах и защищены упаковочной лентой. Поскольку пенобетон имеет невысокую прочность, при транспортировке кузовом в обычной укладке (а тем более россыпью) блоки ударяются друг о друга, в результате чего их края осыпаются и страдает их внешний вид. Дело здесь не только в невысокой прочности пенобетона, но и в том, что только что изготовленные на заводе пеноблоки уже пригодны для транспортировки и укладки, но еще не набрали полную прочность.

2) Кладка. Укладывать пеноблоки лучше всего на клей. Это возможно, когда отклонения в размерах блоков не превышают 1-2 мм. Как правило, в этот допуск попадают пенобетонные блоки, изготовленные по технологии резки. Литейные блоки отличаются нестабильной геометрией, поэтому монтируются на цементно-песчаном растворе. Первый ряд блоков (поверх гидроизоляционного слоя верха фундамента) всегда кладут на раствор и аккуратно выравнивают по верхнему краю так, чтобы образовалась максимально ровная плоскость.

При любом способе возведения стен из пеноблоков не лишним будет усилить кладку. Если установка блоков осуществляется на раствор толщиной 1-2 см, то проще всего армировать кладку обычной кладочной сеткой (которая продается в рулонах длиной до 10-15 м или в 2 м карт). При укладке на клей сетка не выйдет. Применяется следующий метод: после укладки ряда по его средней линии вырезается бороздка шириной и глубиной 5-6 см. Арматуру диам.10 - диам.12 кладут в паз и заливают цементно-песчаным раствором или бетоном заподлицо с плоскостью ряда.

Армирование сеткой проводится через каждые 3-4 ряда, возможно армирование реже - примерно через каждый метр высоты кладки. Ряд (а лучше - два ряда), расположенный над оконными и дверными проемами, обязательно армируют. Для прикрытия проемов в ассортименте продукции есть блоки П-образной формы. В углублении такого блока укладывается арматура и заливается строительный бетон - получается прочная и технологичная оконная перемычка. В некоторых случаях в перемычку вставляют поролоновую вставку, исключая появление мостика холода.

Пеноблоки легко обрабатываются бытовыми инструментами. Блок можно разрезать даже ручной ножовкой. Если кладка осуществляется на цементно-песчаный раствор, то пеноблоки перед кладкой необходимо смочить водой, иначе они будут вытягивать воду из раствора.

3) Армопояс. Поверх стен из пеноблоков можно устраивать полы любого типа - монолитные, из готовых железобетонных плит перекрытия, или перекрытия по деревянным балкам. Единственное условие: поверх стен должен быть надстроен броневой пояс - железобетонная лента. Его цель - рас-

пределить нагрузку с опоры на пол. Кроме того, армопояс увеличивает трещиностойкость стены и не является лишним при строительстве по любой другой технологии (кирпич, керамоблоки, пенобетон и т. д.).

Железобетонный пояс, опирающийся на всю ширину стены из пеноблоков, станет чудесным мостиком холода. Чтобы не промерзать стенам по контуру пола, прибегают к различным ухищрениям. Например, броневой пояс меньшей ширины отливают, а оставшееся пространство заполняют утеплителем (чаще всего пенопластом или пенополистиролом). Еще один вариант - утеплить контур армопояса и нахлест снаружи. Выбор варианта здесь зависит от фантазии дизайнера и архитектора.

4) Отделка. Стену из пеноблоков необходимо защитить от атмосферных осадков. А просто без отделки серые стены из пенобетона смотрятся некрасиво. Распространенные варианты наружной отделки: облицовка полукирпичом, сайдингом, штукатурными сухими смесями, вентилируемые фасады и др. Кстати, пеноблок штукатурят (в том числе изнутри комнаты) по сетке. Для крепления тяжелых предметов к стене из пенобетона обычные нейлоновые анкеры малого диаметра не подходят. Существуют специальные дюбели для пенобетона - увеличенного диаметра и особой формы.

В целом строительство из пеноблоков - это быстро и недорого. «Узкие места» технологии (необходимость армирования, специального крепежа) давно известны строителям и проверены на практике.

Библиографический список

1. Строительство из пеноблоков - как и где применяют пеноблоки в строительстве // https://www.avtobeton.ru/statyi_o_penobloках/penobloki-stroitelstvo.html.

2. Пеноблоки в строительстве // <https://www.penoblok.ru/articles/penobloki-v-stroitelstve/>.

УДК 69.001.5

СТРОИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНТАЖА СБОРНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ЗАВОДСКИХ МОДУЛЕЙ

Ладутько М.Д.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В статье представлено исследование и обоснование концепции возведения сборных зданий из модулей на заранее подготовленном фундаменте с комплексной оценкой качества, точности, конструктивности и безопасности строительных блоков надстройки.

Ключевые слова: сборное здание, модуль, монтаж, строительная система, фундамент, строительство.

Целью исследования является развитие быстрого строительства, что обусловлено необходимостью создания доступного жилья в городах России, а также необходимостью возведения зданий различного назначения в короткие сроки в регионах с суровым и экстремальным климатом. Строительство из сборных конструкций является перспективной отраслью, но необходимо провести исследования по выбору оптимальных организационных и технологических решений, согласовывая их с теми современными стандартами и требованиями. В результате рассмотрена методика выбора метода для строительства свайных фундаментов для многоцелевых сборных зданий с учетом анализа существующих нагрузок и структурные особенности. Определение критериев конструктивности позволяет оценить сравнительную эффективность техники сборного строительства с учетом данных геотехнических исследований, условий строительства сайт и т.д.

Дальнейшая разработка и реализация строительной системы монтажа сборных зданий из заводских модулей затруднена из-за отсутствия необходимого обоснования для использования модульных систем в сложных строительных условиях, единой методики проектирования, транспортирования, сборки и разборки сборных модульных конструкций зданий, а также отсутствия производственных мощностей для производства модулей. Использование модернизированных комплексов зданий сделает возможным создание системы сборных конструкций здания из заводских модулей с заранее подготовленным фундаментом, подключенными инженерными сетями, дорогами, коммунальными службами. Когда модули доставляются на строительную площадку с помощью погрузочно-разгрузочных машин и транспортных средств, их рациональное хранение на складах производителей позволит сократить транспортные расходы на 12-16% и время простоя строительной техники на 8% (в среднем).

Использование BIM-технологий при проектировании, разработке проектно-сметной документации и технологии производства работ позволяет оперативно отчитаться обо всех изменениях дизайна в реальном времени. Когда дизайн разрабатывается, становится возможным многократное обращение к базе данных и возможность сравнить альтернативные варианты различных технологий, выбрать оптимальное решение с помощью обширной базы данных нормативной информации о материалах, машинах. Нет необходимости в графическом изображении дизайна, трудоёмких расчётов, обширном описании или стандартных схем, не относящихся к реальным условиям. Возможность визуального монтажа высокотехнологичных модульных систем с подробной проработкой встроенных утилит являются основным преимуществом технологии.

Структура фундамента обычно выбирается на основе традиционного подхода к процессу проектирования с учётом анализа действующих нагрузок

зок, конструктивных особенностей структуры и геотехнических условий. Для зданий менее чем с четырьмя этажами целесообразно возводить фундаменты в виде монолитных плит толщиной 350-400 мм, ленточные опоры под колонны, столбчатые элементы, пригодные для почвенных условий, исключая дифференциальное оседание. Для высотных зданий или сооружений в мягких водонасыщенных разнородных грунтах свайные фундаменты должны быть с плитами или полосовыми плотами (реже - автономными). При строительстве высотных зданий комбинированное сваебойное решение - самое надежное. В этом случае, во время эксплуатации здания, часть нагрузки от свай переносится и перераспределяется на плиту плота (до 20%). Вопрос становится еще более актуальным, когда речь идет о качестве, повышенных требованиях к надёжности и безопасности сборки, разборки, транспортировки и эксплуатации сборных сооружений различного назначения, особенно в неблагоприятных условиях строительства. При решении задач по оптимизации процесса по возведению сборных домов из заводских модулей, по теории была использована форма графика процесса, которая включает в себя отдельные блоки и элементы цикла работы и схемы, обеспечивающие эффективные сборно-монтажные строительные технологии.

Выбор методов строительства фундаментов зависит от их конструктивного решения. Два метода применяются в практическом фундаментном инженерном подходе: установка заводских монолитных, железобетонных призматических свай с использованием различных технологий, а также устройство литых свай. Сваи заводского изготовления могут быть установлены тремя способами: путем погружения, использование домкрата или вибрации. Широко применяются методы литья на месте:

1. Закрученные сваи с вывозом грунта:

-сваи устанавливаются методом ротационного бурения, буровая скважина промывается специальной жидкостью;

-свайное отверстие делается с помощью шнека;

-укладка свай производится с использованием обсадных колонн с удалением грунта при помощи шнека или специальными буровыми инструментами;

-сваи устанавливаются с использованием железобетонных оболочек, вставленных вибрацией с удалением грунта из внутреннего пространства оболочек вибрационным грейферным ковшом, прикрепленным к подъемной машине;

-двойное вращение с помощью вращающейся обсадной трубы, внутри которой работают летным шнеком.

2. Литые сваи без удаления грунта:

-полая обсадная труба с жертвенным башмаком закручивается в грунт, по мере удаления трубы заполняется полость в почве бетоном;

-потопление обсадной трубы жертвенным башмаком при помощи вибрации;

-вождение обсадной трубы с жертвенным башмаком и его удаление с

помощью генератора вибраций;

-обсадная труба, оснащенная шнеком-вытеснителем. По мере удаления трубы, полость заполняется с бетонной смесью, вытесняющей почву из свайного отверстия.

Каждая из перечисленных методик имеет свои преимущества и недостатки в конкретных геотехнических условиях. Например, использование свай заводского изготовления означает, что гарантированное качество свайного ствола имеет высокую производительность и относительно низкую стоимость установки линейного счетчика.

Недостатком этой техники являются ограничения на размеры и несущая способность, а также динамические эффекты на окружающую среду во время погружения. Преимущество техники литья на месте заключается в том, что универсальные размеры (длина - до 80 м, диаметр - 0,2-2,0 м) и возможная передача больших нагрузок на грунт (более 3000 тонн), а основным недостатком является, что они не гарантируют целостность свайного ствола, в особенности, когда работы выполняются на мягких почвах.

Поэтому, особенно важно выбирать технологии сооружения свайных фундаментов уже на этапе подготовки площадки и когда разработчик устанавливает задание на проектирование с учётом требования к технике в зависимости от местоположения объекта:

- когда территория застройки свободна, строительные работы могут проводиться без ограничений по динамическому эффекту в почве;

- когда работы выполняются в зоне застройки, следует учитывать расстояние от существующих зданий и сооружений до строящегося объекта, т.е. так называемые зоны ответственности: примыкают ли они к нему, на расстоянии менее 20 м, 20-30 м или более 30 м. Метод строительства фундамента выбирается на основе анализа интегрированной количественной спецификации различных методов подготовительных работ, что дает возможность оценить эффективность их использования в едином рейтинге масштаба с учётом различных геотехнических условий строительной площадки.

Строительство сборных зданий из фабричных модулей на подготовленном фундаменте с готовой инфраструктурой (дороги, коммунальные услуги и удобства, коммунальные услуги и т.д.) позволяет строить здания в предельно короткие сроки в сложных и экстремальных климатических и геологических условиях.

Библиографический список:

1. Зуева, А. В. «Быстровозводимые здания и модульное строительство»<https://moluch.ru/archive/107/25643/>.
2. <https://www.module-house.ru/production/modul/>.
3. Яковлев Р.Н. «Новые методы строительства. Технология»/Яковлев Р.Н.-Аделант, 2009 г.

ИСТОРИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КОНСОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АРХИТЕКТУРЫ

Мешкова А.И.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В статье представлена информация о консольных оболочках, таких как большие купола, которые были самыми сложными для проектирования и измерения, когда компьютеры еще не существовали. Исследование включало в себя два этапа: во-первых, отбор и анализ некоторых наиболее актуальных консольных оболочек и, во-вторых, сравнительный анализ их конструктивных систем. Анализ показал, что инженеры-первопроходцы использовали различные системы проектирования. Результат показывает различные пути, которые использовали для проектирования и создания своего соответствующего наследия, которое в настоящее время принадлежит международному наследию модернистской архитектуры.

Ключевые слова: консольные конструкции, бетонные конструкции, железобетонная оболочка, бетон, железобетон.

Формальное и технологическое завоевание модернистских тонких бетонных конструкций неотделимо от развития армированного и предварительно напряженного бетона. Первые своды и бетонные купола были построены в конце XIX века. Это были прецеденты тонких бетонных оболочек. В результате толстые бетонные своды и купола превратились в панцирные сооружения, которые эволюционировали, становясь все больше, тоньше и стройнее.

С другой стороны, консольные конструкции из дерева и даже такие материалы с низкой прочностью на изгиб, как камень, использовались в зданиях на протяжении всей истории. Но то, что позволило строить большие консольные конструкции, было открытием новых материалов с высокой прочностью на изгиб и жесткостью, таких как железо и армированный и предварительно напряженный бетон.

Это факт, что появление первых оболочечных конструкций из железобетона во втором десятилетии 20 века открыло новые возможности "полета". Несомненно, тонкие и стройные бетонные оболочки, которые "парят в воздухе", обладают не только большой сложностью конструкции, но и особой и тревожащей привлекательностью. Мы собираемся проанализировать некоторые выбранные пионерские консольные бетонные оболочки.

Спроектированные и построенные несколькими мастерами и раскрывающие различные системы проектирования, которым они следовали для достижения своих результатов.

Исследование включало два этапа. Во-первых, выбор и анализ некоторых наиболее актуальных консольных бетонных оболочек, которые были разработаны с использованием трех различных систем: метода исторической графической статики, системы числовых измерений и физической приведенной модели.

Во-вторых, проведен сравнительный анализ некоторых пионерских типов консольных оболочечных конструкций, получивших различные устойчивые формы и консольные системы жесткости.

Чтобы понять важность конкретных вкладов в развитие консольных бетонных оболочек, необходимо проанализировать их, одновременно рассматривая то, что происходило в тот момент в международном контексте. Как были сконструированы консольные снаряды во время "приключения бетонных снарядов". Хорошо известно, что конструкции в значительной степени основаны на моменте крутящего момента и вращательном равновесии. Грузы, должны быть сбалансированы на консольной секции. Они должны быть жесткими и самыми легкими.

Способ получения жестких оболочек заключается в использовании набора ребристых балок. Именно по этой причине большинство первых консольных бетонных оболочек были спроектированы с глубинными ребрами жесткости.

В 1929 году Пьер Луиджи Нерви (1871-1979), один из наиболее значимых героев пионерского "приключения бетонных снарядов", спроектировал свой знаменитый флорентийский футбольный стадион — Джовани Бета (1956), ныне известный как стадион Артемио Франки. Он был торжественно открыт в 1932 году. Это шедевр консольной бетонной оболочки, пионерское здание модернистской архитектуры и икона во всем мире (рисунок 1).

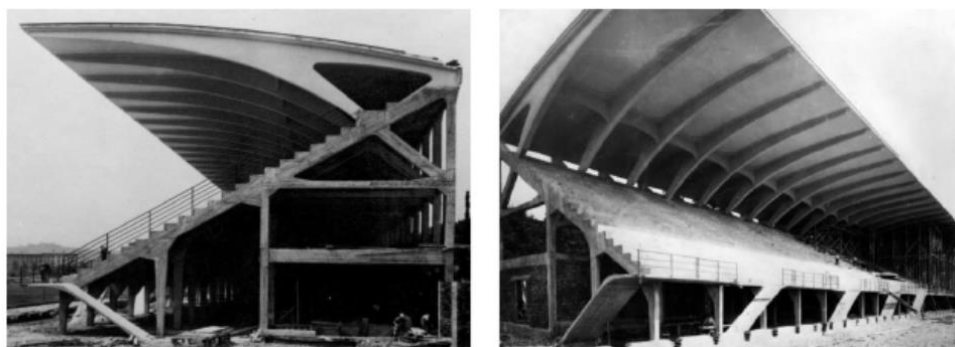


Рисунок 1 – Стадион Артемио Франки

Структура трибуны и ее консольная крыша образуют гениальное устойчивое единство. Он был сделан из железобетона со сценографическим изображением звучащей и обнаженной современности. Его крыша представляет собой пионерскую консольную ребристую оболочку. Он состоит из набора из 23 сформированных бетонных модулей на 8 столбах разной высоты опираются 2 наклонные балки и 2 консольных изогнутых ребра жесткости. Эти консольные ребра имеют аэродинамическую форму. Их общая дли-

на составляет 22 м, а свес - 17 м от точки пересечения двух наклонных опор. На них для опоры предусмотрен легкий лист керамического материала. Изогнутые ребра имеют шокирующую геометрическую форму, которая служит для уравнивания конструкции, установленной большой наклонной ногой, которая пересекает наклонную балку к задней стойке. В этом отношении трибуны выступают в качестве опоры, противостоящей опрокидывающему моменту.

В то время Эдуардо Торроха, еще один выдающийся инженер-строитель XX века, отмечал, что невозможно спроектировать новую бетонную оболочку только с помощью численных расчетов. В тот момент они использовали сложную и ручную систему расчета, разработанную Францем Дишингером (1928).

В 1934 году Торроха начал строительство. Кантилевер представляет собой тонкую и непрерывную железобетонную оболочку без ребер или складок. Это создает впечатление тонкой волнистой ткани, которая парит в воздухе над трибунами (рисунок 2).

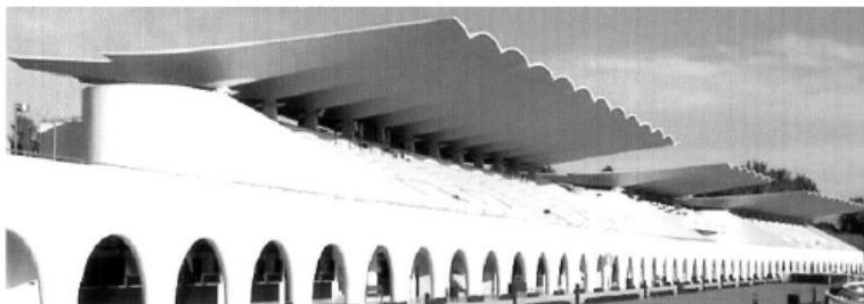


Рисунок 2 – Ипподром Зарсуэла

Ипподром Зарсуэла имеет три трибуны, с двумя внешними 60-метровыми сооружениями по бокам от центральной трибуны длиной 30 метров. Каждый блок состоит из поперечных порталных рам, расположенных на расстоянии 4,88 м, которые в свою очередь состоят из набора модулей, образованных оболочкой двойной консоли, одной продольной (12,75 м) и одной поперечной (2,44 м), которая поддерживается одной стойкой, а не оболочкой на двух стойках, как ошибочно полагают некоторые люди. Эдуардо Торроха выбрал для своей конструкции геометрическую форму секторов.

Как он объясняет в своей книге "структуры Эдуардо Торрохи" (1958), он искал поверхность двойной кривизны, чтобы получить необходимую жесткость. Он не любил использовать ребра, он всегда думал о непрерывных оболочках, устойчивых из-за их геометрической структурной формы. Резьбовая стальная стяжка, расположенная сзади, обеспечивает баланс для этих смелых структурных форм. Он напоминает огромную скульптуру кальдера. Когда дует ветер, вы можете видеть его легкое движение в шарнирных опорах на столбах. Оболочка имеет толщину 5 см по внешнему краю и 14 см над опорой.

В случае ипподрома в Зарсуэле Эдуардо Торроха провел испытание на натурной физической модели. Этот подход верифицировал не только струк-

турное поведение, но и сложный процесс конструирования этой инновационной структурной консольной формы. Ввиду сложности построения соединения между двумя лепестками он решил сделать между ними прямое соединение. Таким образом, конечная структурная геометрическая форма только похожа, но не идентична пересечению двух секторов гиперболоидов. Эти прямые соединения имеют переменную ширину, будучи шире над стойкой и больше циновок в конце кантилевера. Он проверил структурное поведение модуля под нагрузками. Он был испытан в условиях дедвейта и снеговых нагрузок, и результаты показали, что он имеет в три раза большее сопротивление, чем необходимо.

В 1932 году был торжественно открыт стадион Овьедо (Испания). Конструкция трибун и их консольная железобетонная оболочка были спроектированы испанским инженером Санчесом дель Рио (1898-1980). Это была консольная бетонная ребристая оболочка. Учитывая трудности, присущие проектированию этих зарождающихся тонких оболочек, в 1920-х годах он разработал свою собственную систему проектирования. Он был основан на использовании геометрических фигур, которые могли быть спроектированы, измерены и построены простым способом. По этой причине бетонные оболочки были образованы набором одинаковых ребер (балок или арок), поверх которых были построены легкие бетонные элементы (2011).

Одним из самых оригинальных аспектов этой крыши было то, что ее кантилевер не был изогнут, а состоял из переменного плоского сечения с ребрами длиной 15 м и шириной 1 м. Подобно конструкции Пьера Луиджи Нерви, конструкция наклонной трибуны и ее консольной крыши образовывали устойчивое единство, которое гарантировало равновесие.

Эта бетонная оболочка состояла из набора бетонных плоских ребер с закрепленными на них легкими куполообразными сборными плитами (Уралита). Таким образом, вес и стоимость крыши были оптимизированы.

С 1925 года Санчес дель Рио использовал эту систему для строительства многих бетонных зонтиков. В 1972 году он открыл животноводческий рынок в Поле-де-Сьеро-Эль-Парагвас. Это была восьмиугольная бетонная оболочка зонтика диаметром 40 м, что означает 20 м кантилевера толщиной всего 3,5 см. Размер никогда не превышал железобетонный зонт нигде в мире. Чтобы узнать структурное поведение, экспериментальный тест был сделан Институтом, основанным Эдуардо Торрохой. Он имеет 8 радиальных ребер квадратного сечения. Бетонные ребристые оболочки свисают со средней части ребер.

В 1950-х годах архитектор Феликс Кандела (1910-1997) основал в Мексике собственную компанию. За два десятилетия он построил самое большое количество бетонных оболочек, когда-либо построенных.

Феликс Кандела использовал полномасштабную модель для проверки своих проектов (2010). Он строил экспериментальные снаряды с различными геометрическими формами. Он построил хранилище в 1949 году, завод Фернандеса в 1950 году. Хотя сначала он экспериментировал с различными геометрия-

ми, большая часть его творчества была основана на гиперболических параболамидах, форме, которая позволила ему создать большое разнообразие оболочек, прочность которых была получена из их геометрии двойной кривизны.

Он проанализировал тонкие железобетонные оболочки и разработал упрощенные методы их проектирования. Он пришел к выводу, что если бы систему поддержки оболочки можно было рассматривать как изостатическую, то для решения этой задачи было бы достаточно уравнений статического равновесия мембран. В дополнение к этим рассуждениям Кандела изобрел способ упростить проектирование тонких бетонных оболочек, научившись создавать новые структурные формы и способствуя распространению понимания таких структур. Автор книги "Новая философия структур" (Кандела, 1962). Кандела не только научился самостоятельно создавать раковины со свободными краями без ребер, но, как сказал Дэвид П. Биллингтон, он также научился дисциплине тонкости.

Из всех типов бетонных оболочечных конструкций пионеров наиболее сложными в проектировании были конструкции с самыми большими и тонкими консолями. В этой статье мы проанализировали лишь небольшую выборку консольных конструкций, построенных некоторыми пионерскими мастерами-строителями оболочек, но этого было достаточно, чтобы указать на конструктивные системы проектирования, которые они использовали для создания эффективных и знаковых бетонных оболочек, а также на используемые ими конструктивные формы и размеры консолей, которых они достигали.

В 1930-х годах они использовали сложную и ручную систему расчетов, разработанную Францем в 1928 году. По этой причине они проверяли результаты путем тестирования физических моделей и оттачивали свой ум до более простых систем проектирования. С 1930-х по 1970-е годы для строительства консольных бетонных оболочек конструкторы впервые использовали ребристые оболочки, такие как Нерви и Санчес дель Рио с конца 1920-х гг. В 1930-х годах Торроха построил кантилевер длиной 12,80 м, используя гиперболические непрерывные оболочки без ребер или складок. Кандела принципиально использовал геометрическую форму гиперболоида параболической и складчатой пластин для строительства бетонных навесов и зонтиков в 1950-х годах, которые достигали до 12 м консолей.

В 1950-х и 1960-х годах сложенные пластины обычно использовались для создания консольных оболочек, поскольку они представляли собой более простое решение. Более крупный консольный зонт-ракушка был построен Санчесом дель Рио в 1972 году. Это была подвесная ребристая оболочка диаметром 40 м с 20 м консольной оболочки толщиной 3,5 см.

Нерви и Торроха обычно проверяли свою структурную интуицию с помощью научных масштабных моделей, в то время как Санчес дель Рио и Кандела использовали полномасштабные модели.

С другой стороны, Нерви и Санчес дель Рио разработали ребристые бетонные оболочки. Ребра были главными героями их произведений. В случае с Санчесом дель Рио это было связано с тем, что его система проектирования

была основана на использовании геометрических фигур, которые можно разложить в набор равных ребер, тем самым упростив процесс проектирования оболочки. Ребра Нерви сильно отличаются от ребер Санчеса дель Рио. Они следуют направлению главных моментов в каждой точке плиты, которая работает в двух направлениях, подвергаясь равномерно распределенной нагрузке, или в других случаях они образуют жесткую раму для приведения готовых элементов оболочки. Это означает другую философию проектирования-системную. Торроха и Кандела строили непрерывные бетонные оболочки на опорах или с консолями, хотя и в разное время и по разным путям.

Библиографический список:

1. Нерви П. Л. Строить правильно: пути развития железобетонных конструкций,- М.: Стройиздат, 1956.-164 с, ил.
2. Нерви. П. Л. «Консольные конструкции архитектуры».
3. Эдуардо Торроха, Эдуардо Торроха Мирет. Структуры Эдуардо Торроха: автобиография инженерных достижений / Э. Торроха, Э. Торроха Мирет – FW Dodge Corporation, 1958 г.-198 с, ил.

УДК 712

ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГОРОДА

Митришкина А.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

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

В статье рассматривается проблема организации комфортных, удобных пешеходных и транспортных пространств, без которых невозможен практичный и современный облик любого города.

Ключевые слова: ландшафтная архитектура, озеленение территорий, набережная, бульвар, транспортная дорога, пешеходная дорога, пространственная зона.

Эволюция жизнедеятельности человека, его культурного и материального роста в истории, неотъемлемо приводит к строительству и росту городов. Мелкие пешеходные улицы, уменьшающие границы собственного пространства человека, нередко заставляли людей сталкиваться на пути своего движения. Пройдет немало лет и им на смену придут широкие улицы для транспорта и отдельные пешеходные тротуары.

В современном мире, все дорожные пространства разделены друг от друга по своему непосредственному назначению (транспортные пути общественного пользования, транспортные пути личного пользования, велоси-

педные дорожки, пешеходные тротуары и т.д.) Все эти значительные изменения привели к логичному разделению движения в городской среде.

Сегодня улица представляет собой не отдельные пути движения, а единый комплекс общественного городского пространства, в котором большую часть занимают пешеходные тротуары, при этом, к сожалению, им отведено меньше всего внимания.

Таким образом, следует отметить, что тротуары должны стать не просто «пешеходной дорожкой» из пункта А в пункт Б, а безопасным, привлекающим внимание и расслабляющим пространством. Озеленение тротуаров в ландшафте города в современных городах набирает большую популярность, растет потребность в создании отдельных зеленых зон с бульварами, набережными и т.д.

Ландшафтная архитектура дала возможность развиваться транзитному пространству, совмещать в себе тихие, спокойные тротуары для размеренного передвижения людей, велодорожки для активных жителей города в непосредственной близости с дорогой пользования общественным и личным транспортом.

Один из интересных примеров использования ландшафтной архитектуры в организации транспортных потоков и пешеходного пользования – Ручей Чхонгечхон в городе Сеул (Южная Корея).

Этот природный ручей сильно пострадал после Корейской войны, его территория оказалась загрязненной и совсем не пригодной для существования в центре города. Его пытались очистить, но все попытки оказались безуспешными. Чтобы улучшить эстетические и санитарные условия вдоль ручья, часть его было решено засыпать. Так как ручей находится в центре мегаполиса, здесь молниеносно стал развиваться бизнес, построены современные здания.

Уровень населения вырос, и ручей Чонгечхон стал угрожающим фактором для здоровья и безопасности горожан. В 2003 году был создан проект для благоустройства и очищения ручья, чтобы воплотить идею создания экологически благоприятного места отдыха в самом центре города, опутанном бесконечным количеством транспорта и дорог. Это место стало гармоничным сочетанием современного города, его истории, культуры и природы. Чтобы сохранить в этом месте чувство связи с прошлым, здесь было решено оставить место для стирки (на данный момент стирать запрещено). На стене, которая в длину составляет 192 метра, огибающей ручей можно рассмотреть росписи художников. Здесь часто можно услышать корейскую национальную музыку и увидеть традиционные костюмы. Не малое значение имеет и стена Надежды, символизирующая две разделенные страны – Северную и Южную Корею.

Над ручьем проходит магистраль, а движение пешеходов находится в безопасном, культурном и живописном месте. Ручей имеет большую протяженность, его длина составляет около 11 километров. И практически везде можно увидеть аллеи, лавочки, камешки, по которым можно перебежать на

другой берег. В самом начале он довольно минималистичен: каменные плиты, фонтан, водопад. Чем дальше от начала, тем более густой и непроходимой становится растительная часть. Сначала появляются деревья и кусты наверху, вдоль проезжей части, затем зелень постепенно спускается вниз и завоёвывает почти всё пространство.



Рисунок 1 - Ручей Чхонгечхон

Таким образом, одновременно решается несколько задач: зонирование пространства, озеленение и размещение малых форм (скамейки, урны, цветочные горшки и т.д.). Некоторые элементы из природных ресурсов позволяют разделять территорию, чтобы создать повышение экологического уровня в придорожных территориях.

В Портленде (США) проходила реконструкция главной улицы города - Portland Mall, данный проект получил награду Американского общества ландшафтных архитекторов (ASLA) в 2012 году. На сегодняшний день эта улица соединяет шесть районов города и множество его важных объектов. Проект Portland Street является крупнейшим проектом реконструкции в стране.

При зонировании улицы особое внимание уделяется деталям (отдельные места для разгрузки, затем повара в магазинах). В проекте объединены различные виды деятельности, которые прекрасно сосуществуют в одном пространстве улицы, разделены пешеходные и транспортные потоки. Созданы отдельные и безопасные пути движения для пешеходов, любителей вело-прогулок, пользователей личного автотранспорта, городских автобусов и трамвая. В таком живописном, наполненном зеленью пространстве улицы теперь есть все, что нужно людям: широкие дорожки для прогулок, удобные места для отдыха, чтобы почитать книгу или послушать музыку, заняться бегом или размеренно идти в кафе, при этом, никак не нарушая личного пространства других людей. Сами улицы разделяются многочисленными малыми формами.

В итоге главная улица Портленда становится более практичной и привлекательной для населения города и туристов, что позитивно влияет на развитие малого бизнеса.

Если место в городе вам запомнилось, значит, оно уже является примечательным комфортным вашему глазу. Примером может служить проект "Мосты Гланербека" в Эншеде, Голландия.

Уникальность его заключается в том, что в одном пространстве удалось решить сразу две задачи: сохранить экологический заповедник и проложить по нему пешеходный и транспортный маршрут. Разделив мост на 3 потока, город получил удобные, разные по высоте, простые пути движения для пешеходов, автомобилей, велосипедистов и т.д. Между данных потоков выгодно проходит солнечный свет, который дает жизнь, окружающей зелени моста, что создает интересный зрительный и эстетический эффект. Не последней деталью моста стали опоры, которые выполнены из натурального камня, что составляет запоминающийся ансамбль искусственных и живых форм. Находиться в таком пространстве не только комфортно, но и трудно перепутать его с каким-либо другим.

Объекты ландшафтной архитектуры создают для человеческого восприятия определенный окружающий его образ, который помогает точно разделять пространство.

Таким образом, роль ландшафтной архитектуры в формировании транзитного транспорта и пешеходного пространства города сводится к следующему:

- Делимитация пешеходных и различных транспортных потоков (велосипедный, автомобильный, городской общественный транспорт) за счет использования растительности и малых форм.

- Огромное количество разнообразных форм пространства, облагораживание мест для разнообразного досуга населения (пользование транспортом, тихий отдых, посещение общественных мест, магазинов и т.д.).

- Формирование привлекательного пространства.

- Четкое определение местного образа, с помощью различных малых форм, как натуральных, так и искусственно созданных.

Можно подытожить, что стремительное развитие города в вертикальном и горизонтальном направлении резко снижает привлекательность ландшафта. Природные объекты - рощи, живописные холмы, берега рек и озер, пойменные террасы могут играть, должны быть сохранены и органично вписаны в систему городских зеленых насаждений, а это означает архитектурно-планировочную структуру города.

Для комфортного физического и психологического состояния окружающий нас мир очень важен, поэтому ландшафтная архитектура безусловно важна, особенно в условиях использования для городской среды и дорожных сетей, которые являются частью нашей повседневной жизни. Ландшафтная архитектура транспортных сетей позволит человеку чувствовать комфорт, безопасность и спокойствие по дороге на работу или когда просто гуляет по улице, наслаждаясь приятными видами, не чувствуя удрученность жизни в "каменных джунглях".

Библиографический список

1. Нефёдов В.А. Городской ландшафтный дизайн: учеб. пособие. СПб.: Любавич, 2012. - 320 с.
2. Уффелен К. Ван. Коллекция. Ландшафтная архитектура: пер. с англ.

М.: Мagma, 2010. - 456 с.

3. Gaventa S. New Public Places. L.: Octopus Publishing Group Ltd, 2006. - 208 p.

4. The landscape urbanism reader / ed. by Ch. Waldheim. Princeton: Architectural Press, 2006. - 296 p.

5. Wall E., Waterman T. Urban Design // Basics. Landscape Architecture 01. L.: Thames&Hudson, 2010. - 184 с.

УДК 624.9

БИОМИМИКРИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ

Никитич С.К.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Цель этой теоретической работы - объяснить биомимикрию, методы и процессы, которые оказывают положительное влияние на окружающую среду и развитие архитектуры. Мы можем быть уверены, что в области архитектуры био-вдохновение имеет большой потенциал для решения текущих задач эффективного проектирования форм или структур, энергоэффективность и климат, оптимизация потоков в городских условиях и многие другие параметры. Задача на ближайшие годы - это разработка интеллектуальной платформы, которая может выполнять все эти шаги на основе базы данных о поведении, форме или экосистеме всех организмов в природе и давать нам наиболее оптимальные решения для многих проблем и инновационного дизайна в Сахаре. Можно сказать, что биомимикрия может быть как ренессанс для архитектуры Сахары, так и для ее устойчивого развития.

Ключевые слова: Биомимикрия, Сахара, архитектура, природа, инновации, технологии.

Впервые термин «биомимикрия» озвучен в 1980 году биологом и экологом Джанин Бенюс, автором книги «Биомимикрия: инновации, вдохновленные природой».

Биомимикрия, определяемая как новая инженерия, вдохновленная природой, для инноваций в различных областях, в дизайне, транспорте, архитектуре. Как междисциплинарная область, архитектура находится под влиянием многих аспектов естественных, технических и социальных наук. Среди этих факторов в настоящее время доминирует биология. Основа био-дизайна эволюционировала и превратилась в различные инновационные подходы, во многом благодаря развитию вычислений и их использованию в архитектуре.

Во всем мире Соединенные Штаты являются лидером в области био-

мимикрии, и которая приобретает все большее значение благодаря новым исследованиям и проектам. Германия является европейским лидером с более чем 80 исследовательскими группами, университеты Штутгарта, Фрайбурга и Тюбингена объединили свои усилия для создания центра передового опыта, посвященного био-вдохновленному проектированию строительных конструкций.

В своей научной концептуализации JM Benyus (1997) предложил в качестве определения биомимикрии: «Иновационный подход, который включает передачу и адаптацию принципов и стратегий, разработанных живыми организмами и экосистемами, для производства товаров и услуг на устойчивой основе, и сделать человеческие общества совместимыми с биосферой. Природа всегда дарит дизайнерам огромное вдохновение и идеи для создания архитектуры (рисунок 1).



Рисунок 1 - Павильон накладки надкрылий для музея Виктории и Альберта в Лондоне с использованием робототехники

Многие архитекторы разработали архитектурные проекты и сооружения на стыке биологии, информатики и архитектуры. Это развитие находится на двух уровнях: теоретическом и практическом.

Например, работы Фрэнка Джерри, характеризующиеся дикой, разрывающей форму и функциональность, широкими кривыми, и другие проекты, в которых используются достижения в технологии 3D-печати, часто превозносятся как примеры биомимикрической архитектуры.

Процессы биомимикрического проектирования в архитектуре выявляют три возможных уровня имитации: уровень организма, поведение или экосистема (URBEO, 2010).

Биомимикрический алгоритм - липкая форма вдохновляет на создание транспортных сетей.

Вот как исследователи приступили к воспроизведению в масштабе *Physarum* проблемной сети Токио, которая соединяет столицу с 36 соседними городами: у них было 37 точек питания, соответствующих 36 городам и Токио, в коробке Петри, стараясь уважать географию региона. Затем они имплантировали *Physarum* в точку (желтая точка на рисунке 2), соответствующую Токио, и наблюдали, как растет плесень (Chayaamor-Heil, Guéna, 2018).

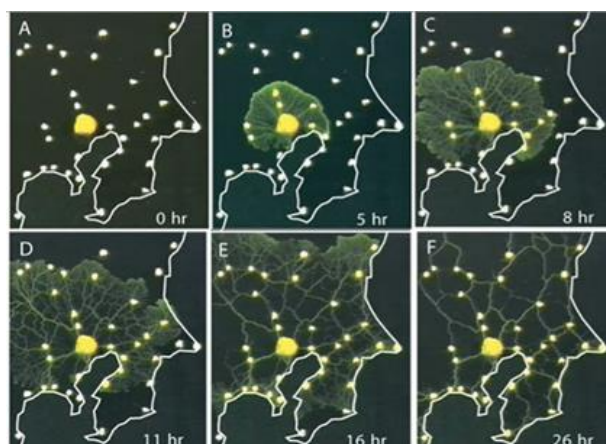


Рисунок 2 - Эволюция сети *Physarum* в чашке Петри, представляющей регион Токио

На основе этих наблюдений создается алгоритм, имитирующий поведение *Physarum Polycephal*: *Physarum Solver*. Этот алгоритм может находить оптимальный путь в сети и быть более эффективным. Этот удивительный алгоритм может, например, решать задачи оптимизации транспортной сети. И дать нам оптимальный ответ о том, как мы можем соединить города минимумом линий с максимальной эффективностью и производительностью.

Примеры био-вдохновения многочисленны, в этом обзоре предлагается рассмотреть применение этого подхода в проекте и выявить характеристики и методы инноваций и их развития.

Представленные примеры показывают, что архитектурно-биомимикрический подход - это междисциплинарный подход, сочетающий биологию и архитектуру, и может дать нам наиболее оптимальные решения любых архитектурных проблем или проектов нового проекта.

Можно также упомянуть проект Ахима Менгеса. Этот архитектор воспроизводит биологические принципы работы сосновой шишки, в зависимости от содержания влаги в воздухе он открывается или втягивается.

Это явление и анизотропия древесины, в общем, понять и, таким образом, применить к архитектурным элементам и представить уровень поведения, соответствующий функции.

В 2012 году Ахим Менгеса спроектировал *HydroSkin*, павильон, чувствительный к погодным условиям. Задумывался он как техническая функция, которая реагирует на климатические изменения. Природа создала мно-

жество динамических систем, взаимодействующих с климатическими условиями, например, сосновая шишка.

Мир биологии - отличный источник вдохновения для творчества архитекторов. Например, интерес архитектора Фрея Отто к биологии объясняется его дизайном легких конструкций. В то время как японские метаболисты интересовались биологическими процессами роста, которые они применяли к городским структурам, Фрей Отто был увлечен оптимизацией естественных структурных форм. Интерес Фрея Отто к биологии объясняется его пониманием того, что процессы эволюции природных форм обусловлены биологическими законами отбора, которые порождают легкие конструкции.

Развитие математики, биологии, физики, а также компьютерные достижения последних десятилетий и появление бионики переориентируют внимание на естественные морфологии. Какими бы ни были компьютерные и математические методы, лежащие в основе этих различных программ, растущий объем обрабатываемых данных заставляет участников этой формы биоинформатики развивать их все больше и больше.

Информатика, рассматриваемая как наука или технология, играет все более важную роль в развитии исследований в области биологии, архитектуры и других наук. Появление компьютеров облегчило проектирование и моделирование сложных форм. В 2000-е отмечены появлением «генетических алгоритмов». Генетические алгоритмы - это тип алгоритмов оптимизации, они используются для определения максимума или минимума функции, то есть математических формул, основанных на методах, полученных из генетики и естественной эволюции, для создания форм и разработки новых моделей оптимизации. В архитектуре это означает формализацию процесса проектирования в соответствии с набором конкретных процедур и инструкций. Алгоритмы - это логическая последовательность определенных операций, позволяющая решить задачу математически.

Одним из интересных проектов дизайна FIT - это подход, сочетающий данные и дизайн. Процесс FIT «Полностью интегрированное мышление», который в настоящее время дорабатывается в результате глобального сотрудничества дизайнеров, биологов, архитекторов и других партнеров, определяет вопросы, которые нам необходимо задать в своей работе для достижения более устойчивых результатов.

Структура FIT позволяет использовать мудрость естественных, социальных и экологических систем для информирования при проектировании и принятии решений. Это позволяет находить ответы на сегодняшние проблемы дизайна.

Еще один из новых подходов в архитектуре и дизайне - расчет проектирования на основе материалов, разработанный и предложенный как набор вычислительных стратегий, поддерживающих интеграцию формы, материала и структуры путем включения стратегий физического формования с цифровым анализом и производством. В этом подходе материал предшествует форме, и именно структурирование свойств материала в зависимости от структурных и

экологических характеристик создает форму дизайна. Материальный дизайн - это подход к вычислительным процедурам формования, который экспериментально исследует, как такие процессы способствуют новым способам создания, распространения и размещения материальных форм. Проектирование на основе материалов способствует интегрированному подходу к проектированию, при котором свойства материала определяют геометрическую генерацию очень сложных трехмерных поверхностных структур.

Что касается стратегий вычислительного проектирования, существует слишком много новых разработок в области цифрового производства, особенно в областях робототехники, которые позволяют реализовать такие принципы проектирования, как неоднородность, иерархия или анизотропия в архитектуре, которые являются характерными принципами, встречающимися в природе. Пример этому - изготовление сверхлегких деревянных корпусов в архитектуре. В частности, метод роботизированного шитья разработан в сочетании с методом вычислительного проектирования для разработки новой системы строительства, которая была оценена с помощью крупномасштабного прототипа здания.

В последние годы все больше стран выступают с желанием развивать архитектуру, экологически чистый дизайн и защиту окружающей среды, начиная с устойчивого развития в нескольких регионах мира, один из которых - великий регион Сахары - является одним из самых впечатляющих мест, ее архитектурным наследием и окружающей средой.

Экологические инновации в архитектуре Сахары с помощью биомимикрии.

В условиях быстрой эволюции архитектурного и городского языка и технологического ускорения в области архитектуры и столкновения с кризисом новой архитектуры и урбанизма, города Сахары недавно стали частью устойчивой политики с желанием развивать архитектуру и защищать окружающую среду, сохранять ее биоразнообразие. и поощрять устойчивое развитие. Образцы пасты могут быть источником вдохновения для демарша процессов концепции в архитектурном проекте в городах Сахары, которые имеют большое наследие архитектуры, ее города всегда представляли концепцию экологии и уважения к окружающей среде.

Традиционная архитектура в Сахаре была основана на проектировании зданий из природных материалов и пассивном проектировании, архитектурные стили и методы строительства столь же разнообразны, как и многочисленные влияния, которые их вдохновляли.

Для всего пожилого населения природа была первым способом вдохновения и отличным способом понять, как все должно быть и как все должно работать. Народная архитектура - это пример архитектуры, которая адаптируется к суровым климатическим условиям и рождена из природы и построек с использованием натурального материала, которые представляют собой базовую форму подхода к биомимикрии, но эта архитектура не развивалась со временем и с новыми потребностями.

Под давлением и архитектурным кризисом, ускоренной урбанизацией в городах Сахары и императивами устойчивого развития, проблемы разработки проектов и способов управления и адаптации к климату становятся все более серьезными. По словам Кристофа Менезо, новые городские и архитектурные проекты, существующие в контексте Сахары в пустынных городах Северной Африки, очень надежны с точки зрения энергоэффективности и взаимосвязи между зданиями и природой, потребляют 50% энергоресурсов. И многие архитекторы, такие как Фрей Отто, считают, что пора требовать более легкой архитектуры, более энергоэффективных, более мобильных и более адаптируемых зданий, более естественных зданий, не пренебрегая требованиями безопасности. Новые технологии, такие как 3D-принтеры, BIM, алгоритмы открывают новые возможности и лучшие инновации в области архитектуры.

Развитие подхода биомимикрии позволяет нам лучше понять, насколько важно и интересно относить природу к дизайну архитектурного проекта в конкретном контексте. Прежде всего, необходимо отметить связь с природой, а морфогенез живого позволяет нам понять, какие были первые плоды вклада биологии в архитектуру. Это также направлено на облегчение передачи знаний из биологии в другие дисциплины для решения технологических или управленческих задач. Однако технологические и экологические достижения таковы, что мир биомимикрии и ее международные участники теперь структурированы, приписывая этому новому подходу масштаб, характерный для «третьей промышленной революции» (Iswann, 2018).

Интеграция биомимикрии в инновационные стратегии сахарской архитектуры и урбанизма является насущной необходимостью для разработки и решения инженерных и экологических проблем.

Новый проект архитекторов и дизайнеров Biomimicry может продемонстрировать огромный потенциал традиционной архитектуры в сочетании с современным дизайном и технологиями, материалами и методами строительства. Можно упомянуть проект, который делает группа иранских студентов «Художественный университет Исфахана», выигравший престижный конкурс дизайна этого биомиметического жилища, этого пышного жилища в пустыне, как улитка, которая уходит далеко в глубины своей раковины. Когда погода жаркая, мы можем отметить здесь, что улитка обладает замечательными качествами, которые позволяют ей оставаться прохладной и влажной даже при самых суровых температурах.

Команда дизайнеров обнаружила, что ее форма, материал оболочки и стратегии выживания являются качествами, достойными подражания в архитектуре. Имитация формы и функции улитки приводит к созданию функциональной, инновационной и энергоэффективной архитектуры, выдерживающей самые жаркие температуры пустыни.

Методология биомиметического дизайна, способная создавать инновации для архитектуры Сахары, чтобы ответить на вопросы устойчивого развития. Основная цель этой статьи состояла в том, чтобы представить синтез

подхода к проектированию и подходов, основанных на биомимикрии. И он может быть отличным вариантом для оптимального устойчивого развития пустынных городов. Существует множество инструментов или методов для реализации биомимикрического подхода. Биомимикрия предлагает методы и подходы, основанные на мире природы, но также предлагаемый биомимикрический подход соответствует экономическим, управленческим, социальным, технологическим и техническим ожиданиям.

В итоге: вдохновение Nature's - это наиболее оптимальные стратегии, которые дают нам архитектуру с максимальной производительностью и в то же время с минимальными ресурсами без потерь энергии. Сегодня, в условиях императивов и интенсивного роста неудач и экологической ответственности биомимикрического подхода с высокой производительностью и чрезвычайно эффективными и действенными структурами.

Для использования биомимикрического подхода и инноваций в традиционной архитектуре, в первую очередь необходимо создание цифровой платформы в сотрудничестве с архитекторами, биологами, компьютерными учеными, инженерами. Эта платформа необходима с предоставлением нескольких вспомогательных инструментов, основанных на алгоритмах, а также инструменты для поддержки принятия решений, такие как оптимизация и модуляция, а также создание пунктуальных проектов в городах и разработка стратегий биомимикрического обновления традиционных городов на основе биомимикрических подходов.

Библиографический список

1. Российский архитектор одержала победу в международном конкурсе 3d NaturalSystems [Электронный ресурс]. URL: <https://archi.ru/news/71985/rossiiskii-arkhitekto-oderzhala-pobedu-v-mezhdunarodnom-konkurse-natural-systems> (дата обращения 20.11.2020).

УДК 721.011.27

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ

Пивоварова А.С.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: anastasya200499@mail.ru*

В статье рассматриваются особенности и проблемы проектирования и строительства энергоэффективных высотных зданий.

Ключевые слова: строительство, архитектура, высотные здания, проектирование, энергоэффективность.

В современном строительстве проблема нехватки свободных площадей и плотности застройки становится все более острой и актуальной. С каждым годом растет потребность в количестве жилых, офисных, торгово-выставочных пространств, а увеличение числа так необходимых в современном мире автомобилей приводит к уменьшению количества площади, предназначенной под застройку. Основным решением данной проблемы стало строительство высотных зданий, которые позволяют максимально использовать площади, а также являются доступными и многофункциональными.

При проектировании и эксплуатации зданий с повышенной высотой следует также предусматривать наличие комфортной среды для людей, которые будут проживать или работать в данном здании, и исходя из этого возникает другая проблема- необходимость в использовании большого количества энергетических ресурсов и соответственно повышение их стоимости. Поэтому современные архитекторы и строители все больше стремятся к проектированию и строительству именно энергоэффективных высотных объектов.

Энергоэффективными принято называть здания, в которых на этапе разработки и проектирования были предусмотрены архитектурные и строительные меры, позволяющие значительно снизить затраты электроэнергии на тепловое снабжение объекта в сравнении с типовыми зданиями и при этом повысить комфортность микроклимата в помещениях. Данное направление в строительстве возникло в качестве экспериментального в 1974 году и с каждым годом становится все более распространенным и популярным.

Проектирование энергоэффективного многоэтажного здания начинается, в первую очередь, с анализа его как единой системы, аэродинамических и конструкционных расчетов, а также подбора наиболее подходящего метода энергосбережения. При проектировании, строительстве и эксплуатации данного типа зданий необходимо также делать акцент на такие немаловажные аспекты высотного строительства как:

- Форма здания;
- Конструктивная система;
- Возобновляемость используемых источников энергии;
- Современность ограждающих конструкций и оборудования;
- «Умные» системы управления зданием.

В процессе выбора формы энергоэффективного здания необходимо учитывать местоположение участка, выбранного для строительства, ориентацию будущего здания относительно сторон света, климатические и инсоляционные особенности, а также возможность улучшения параметров естественной вентиляции и тепло эффективности проектируемого объекта. Данные параметры должны быть учтены относительно каждого конкретного объекта и отражены при помощи создания компьютерной 3D модели данного сооружения и использования BIM-технологий.

Конструктивная система здания проектируется исходя из выбранной формы объекта и выбранной этажности. Если форма усложнена, то и кон-

струкция сооружения усложняется и становится более устойчивой.

Конструктивные особенности и формообразование здания влияют на выбор используемых в данном случае возобновляемых источников энергии. В современном мире все большее внимание уделяется нетрадиционным возобновляемым источникам энергообеспечения, так как с каждым годом стоимость энергетических ресурсов неизменно возрастает.

Использование в современном строительстве нетрадиционных источников энергии имеет как положительные, так и отрицательные стороны. С положительной стороны можно выделить экологичность и отсутствие топливного компонента в затратах на эксплуатацию объектов, использующих НВИЭ, что значительно снижает стоимость энергообеспечения, но с другой стороны нестабильность данного вида энерго- и теплообеспечения ставят под сомнение их использование. В целом использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии с каждым годом становится все более популярным, поэтому рассмотрим основные источники, используемые в современном проектировании и строительстве:

- Применение энергии солнца. Зоны накопления солнечной энергии, солнечные батареи и коллекторы позволяют значительно снизить экономические и ресурсные расходы на теплообеспечение здания, а естественное освещение позволяет снизить потребление искусственного света и положительно влияет на психологию проживающих в здании людей.

- Использование энергии ветра позволяет устроить естественную вентиляцию здания без применения систем принудительного искусственного вентилирования помещений и установить электрогенератор, что соответственно значительно снизит потребление электроэнергии.

- Применение энергии воды позволяет использовать грунтовые воды в качестве источников холодного снабжения и технической воды, что снижает нагрузку на водоснабжение и кондиционирование здания, а также дает возможность экономии.

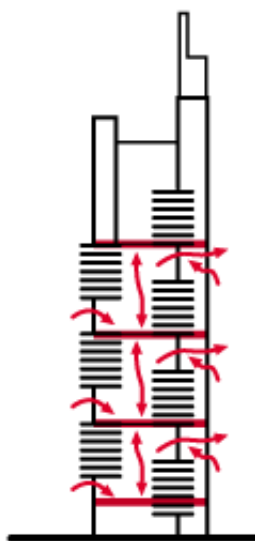


Рисунок 1 – Естественная вентиляция здания через атриум здания «Commerzbank»

Потребление энерго и тепло ресурсов в многоэтажных высотных зданиях значительно выше, поэтому использование НВИЭ позволяет в разы снизить экономические и энергетические расходы в высотном строительстве, но применение их должно быть экономически обоснованно и целесообразно.

Повысить энергоэффективность высотных зданий позволяет также применение современного инженерного оборудования и ограждающих конструкций. Использование двойных вентилируемых фасадов, стеклопакетов, заполненных инертным газом, светопрозрачных наружных ограждающих конструкций, автоматических насосов в системе водяного отопления и панельно-лучистого отопления позволяет значительно увеличить энергоэффективность высотного здания и снизить ресурсные и энергетические затраты, а также сделать объект более эстетически привлекательным. К сожалению, в некоторых регионах России применение некоторых видов ограждающих конструкций может наоборот негативно сказаться на энергоэффективности здания из-за климатических условий, поэтому архитекторы и строители стараются разрабатывать все больше эффективных систем ограждающих конструкций.

«Умные» системы управления зданием последний из основных аспектов, которые учитываются при проектировании объекта строительства, позволяющий значительно улучшить условия жизни будущих жителей здания. Эффективность данной системы достигается путем наладки систем инженерного оборудования таким образом, чтобы их взаимодействие было четким и эффективным, за счет этого у владельцев здания появляется возможность не только добиться максимальной эффективности всех систем и исключить избыточные, но и управлять микроклиматом внутри объекта с одной станции.

Все выше перечисленное позволяет повышать энергоэффективность высотных многоэтажных зданий, но в одном проекте все применить невозможно и не нужно, поэтому архитекторы и строители все больше стремятся к проведению исследований и расширению границ знаний в области энергоэффективных технологий, чтобы уметь выявлять основные аспекты, которые позволят сделать объект наиболее экономически и энергетически выгодным.

Библиографический список

1. Муравьев В. В., Фрейдман А. В., Баранов А. А. Интеллектуальные здания и новейшие технологии инженерного обеспечения и автоматизации при проектировании, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений // Энергосбережение. – 2002 г.
2. Магай А.А. Архитектурное проектирование высотных зданий и комплексов // Издательство Ассоциации строительных вузов – 2015 г.
3. Табунщиков Ю.А., Шилкин Н.В., Бродач М.М. Энергоэффективное высотное здание // Энергосбережение. – 2002 г.

ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Токарева В.А.

Научный руководитель: Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: tok5550@mail.ru*

В данной статье представлен один из материалов, который применяется для промышленных объектов, общественных зданий и жилых домов. Их появление в нашей стране, стало революционным прорывом в массовом строительстве жилья, что привело к быстрому возведению зданий.

Ключевые слова: железобетонные панели, классификация, характеристика видов, стены, монтаж.

Стеновые железобетонные панели - это часть конструкции стены, которая изготавливается из бетона в промышленных условиях и армируется различными видами арматуры (сетками или стержнями). Они отличаются прочностью и огнестойкостью. К современным стеновым железобетонным панелям предъявляются высокие требования. Они должны быть высокопрочными, долговечными, экологически чистыми, теплоэффективными.

В практике существует классификация железобетонных панелей:

1) По конструкции. Панели делятся на сплошные и композитные. Количество слоев варьируется от одного - однослойные панели, до нескольких - трех- или двухслойные панели. Стеновые ламинированные панели бывают монолитными или с воздушными прослойками.

- Однослойные стеновые панели изготавливаются из однородных материалов с низкой теплопроводностью. Наружная толщина 20-40 мм. Внутренняя сторона панели покрыта декоративной окантовкой.

- Двухслойные панели имеют прочную структуру и состоят из несущего и теплоизоляционного слоев. Как правило, несущий слой выполняется из плотного железобетона и при монтаже является внутренней стороной. В то же время он выполняет пароизоляционную функцию. Второй слой, теплозащитный, расположен снаружи и залит цементным раствором.

- Трехслойные стеновые панели собираются из двух железобетонных плит с изоляцией между ними. Между слоями железобетона между собой сварные арматурные каркасы.

2) По несущей способности. Несущие, навесные и самонесущие.

3) По целевому использованию. Стеновые панели используются для устройства многоэтажных домов, подвалов, подземных коммуникаций, чердаков.

Для построения здания, так же применяются различные характеристики видов железобетонных панелей:

1) Наружные стеновые железобетонные панели.

Высота от пола до пола и длина до 6 м. Они предназначены для строи-

тельства полностью собранных отапливаемых зданий. Состав — легкий бетон с пористым заполнителем, ячеистый бетон, тяжелый бетон с теплосберегающим слоем.

2) Железобетонные панели для неотапливаемых зданий и внутренних несущих стен.

Крупногабаритные панели с высотой пола и длиной до 6 м предназначены для строительства полностью собранных зданий. Они изготавливаются из тяжелых или легких бетонных смесей. Для наружных стеновых панелей используется тяжелый бетон, начиная с класса В15, для внутренних панелей — с класса В12,5.

3) Перегородочные панели.

Крупногабаритные панели с высотой пола и длиной до 6 м предназначены для строительства полностью собранных зданий. Для изготовления железобетонных перегородочных панелей используется высокопрочный бетон или гипсобетон, который характеризуется высокой морозостойкостью и водостойкостью. Панельные перегородки армируются стальными проволочными сетками или стержнями из термомеханически прочных сталей Аt-400с и А-400. Все металлические элементы обрабатываются специальным антикоррозийным составом.

4) Однослойные стеновые панели.

Для производства однослойных железобетонных стеновых панелей используются материалы с однородной структурой и высокой теплоизоляцией. Например, легкий ячеистый бетон. Наружные стены панелей покрываются отделочным слоем толщиной 2-4 см для защиты их от негативных факторов окружающей среды. Внутренние стены отделаны цементной штукатуркой и различными облицовочными материалами.

5) Железобетонные стеновые панели двухслойного типа.

Железобетонные стеновые панели двухслойного типа чаще всего имеют сплошную структуру. Первый слой представляет собой несущий слой из бетона высокой плотности с предварительным армированием. Второй слой используется для теплоизоляции. Теплоизоляционный слой расположен снаружи и покрыт цементной штукатуркой. Несущий слой обращен к внутренней стороне и дополнительно выполняет пароизоляционную функцию.

7) Железобетонные стеновые панели с трехслойной структурой.

Наиболее популярными сегодня являются трехслойные железобетонные стеновые панели. Трехслойная панельная конструкция состоит из внешнего основного несущего элемента, к которому крепятся внутренние стеновые панели. Благодаря пространству между ними снижаются теплопотери здания. Существуют различные модификации многослойных панелей, которые состоят из двух железобетонных плит и теплоизолятора (минеральная и каменная вата, цементный фибролит, полиуретан, пеносиликат). Наружные и внутренние стеновые панели соединяются в единую конструкцию с помощью сварных стальных арматурных каркасов. Трехслойные железобетонные стеновые панели имеют стандартные размеры и различаются по толщине.

Толщина стеновых панелей подбирается с учетом тепловых параметров и климатических условий местности. Этот тип панелей изготавливается из прочного легкого бетона или тяжелого бетона с прочностью на сжатие В12,5 — В15. Армирование плит осуществляется с помощью сварных сеток или объемных рам из высокопрочной стали. Все армирующие и закладные элементы покрыты антикоррозийным составом. Свойства трехслойных железобетонных панелей строго регламентируются требованиями и стандартами ГОСТ 31310-2005, ГОСТ 13015-2003.

Сборные железобетонные стеновые панели производятся на заводе. Они характеризуются большими габаритами и требуют применения специального оборудования для доставки на строительные площадки. Подъем, погрузка и разгрузка железобетонных панелей выполняют с помощью специальных захватных устройств или монтажных петель. Железобетонные панели доставляются на грузовиках-сортиментовозах, железнодорожных платформах. Грузовые автомобили оснащены специальными монтажными и опорными устройствами и обеспечивают неподвижность и сохранность панелей. Несущие конструкции предназначены для размещения двух панелей. Панели транспортируются почти вертикально, под небольшим углом, максимум 8-10 градусов. Панели надежно закреплены, что предотвращает их повреждение или опрокидывание.

Несмотря на бурное развитие монолитного строительства, железобетонные изделия по-прежнему пользуются большим спросом на строительном рынке благодаря своим высоким эксплуатационным характеристикам. Для этих материалов создаются различные виды монтажа, такие как:

1) Свободный монтаж. Монтаж панелей в соответствии с рисками на этажах. С помощью стоек и угловых зажимов обеспечивается устойчивое положение и временное крепление отдельных панелей.

2) Фиксированный монтаж. Установка с использованием группового оборудования. Сначала проверяют базовые панели (поперечные и продольные) и жестко крепят их между собой постоянным соединением. После этого монтируются следующие поперечные панели. Элементы стен сразу же помещаются в вертикальное положение.

3) Замковой монтаж. Самофиксация - это способ монтажа с использованием замковых защелок. Метод запираания подходит для панелей с запирающими частями. В нижней части панели крепятся штифтовыми защелками, а в верхней – замковыми защелками.

4) Способ установки "по весу". Наружные и внутренние стеновые панели устанавливаются, затем перекидываются в двух-четырёх местах, в зависимости от размеров конструкции, с помощью гибких строп и различных поперечин. Перед установкой несущих стеновых панелей определяются отметки нижнего края стеновых панелей (монтажный горизонт), фиксируют на полу и расстилают пластичный цементный раствор. Монтаж наружных стеновых панелей начинается с панели, удаленной от крана, после чего устанавливают внутренние стены, а затем панели внешней стены, ближайшей к

крану. После установки на место стеновую панель регулируют свободным способом вдоль нижнего основания или с помощью фиксаторов (метод блокировки). Затем проверяют вертикальное положение стеновой панели снаружи. Проверяют и подготавливают комплексное (групповое) оборудование для монтажа панелей и временного крепления. Затем устанавливают внутренние панели. После монтажа базовых панелей кладут следующие обычные панели. Они полностью фиксируются после установки смежных панелей продольных стен. Перед установкой следующей внутренней стеновой панели на ее место выкладывают бетонный раствор. После выравнивания панели бетонный раствор уплотняется с обеих сторон. Навесные панели многоэтажных зданий устанавливают после возведения несущих конструкций. Предварительно определим положение сборных элементов в соответствии с проектом. Большие панели размещают и комбинируют в поперечном направлении. Стеновые панели регулируют по высоте. Сначала фиксируют торцевую часть панели по высоте, затем зафиксируют нижний край панели и затем контролируют вертикальное положение панели. Наружные стеновые панели одноэтажных домов устанавливают по всей высоте здания. Самонесущие стеновые панели укладывают в нижней части фундаментных балок на слой строительного раствора. Во всех последующих рядах панели монтируют одна поверх другой на слой бетонного раствора.

Стеновые железобетонные панели ускоряют и удешевляют строительство зданий и сооружений. Их используют в малоэтажном и высотном строительстве. Выбирая формованные изделия из железобетона, следует обращать внимание на соответствие плиты требованиям стандартов и ее назначению.

Библиографический список

1. Железобетонные стеновые панели. Разновидности и особенности // <http://recn.ru/stenovye-zhbi-paneli-raznovidnosti-i-osobennosti>.
2. Стеновые панели из железобетона // <https://kladembeton.ru/izdeliya/zdaniya-i-arhitektura/stenovye-zhelezobetonnye-paneli.html>.
3. Железобетонные стеновые панели и их виды // <https://cementim.ru/zhelezobetonnye-stenovye-paneli/>.

УДК 697.1

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

Шляхина Р.И.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

В данной работе рассмотрена проблема высоких энергозатрат в системах вентиляции и представлены способы ее решения.

Ключевые слова: система вентиляции, энергозатраты, энергоэффективность, вентилятор, клапан, рекуператор.

Различные методы повышения энергоэффективности системы вентиляции позволяют уменьшить потребление электроэнергии. Их применение экономически целесообразно и положительно сказывается на экологии, что делает проблему энергозатрат в системах вентиляции актуальной в настоящее время.

Работа вентиляции требует большого количества энергии, особенно в регионах со сложными климатическими условиями. Система общеобменной вентиляции в основном расходует энергию на работу электродвигателя, за счет работы которого происходит движение воздуха в системе, и на обеспечение определенной температуры воздуха за счет подогрева или охлаждения воздуха в зависимости от времени года.

Снизить потребление энергии можно различными способами.

Одним из них является ограничение времени работы вентиляции. Вентиляционные установки отключаются в нерабочее время, либо когда в помещении нет людей. Этот метод предполагает использование специальных автоматических клапанов. В жилых зданиях вместе с клапанами могут устанавливаться датчики освещенности, давления, влажности, присутствия людей [2]. На промышленных объектах и в общественных зданиях также используется этот способ. Чтобы при выключенном двигателе вентиляционной установки уменьшить расход теплоносителя, параллельно клапану на трубопроводе устанавливают дроссельное устройство. С помощью этого устройства трубопровод системы теплоснабжения перекрывается при выключении вентиляции [1].

Достаточно распространенный и современный метод снижения энергозатрат – применение высокоэффективной вентиляции с рекуперацией тепла. Принцип рекуперации основывается на повторном использовании части тепловой энергии и достигается за счет использования рекуператоров. Рекуператоры передают часть тепла от вытяжного воздуха к приточному. Они могут различаться по своему конструктивному исполнению: ротационные, пластинчатые, гликолиевые, утилизаторы с применением тепловых насосов. Использование энергоутилизаторов должно подтверждаться расчетом [4]. Например, применение приточно-вытяжной вентиляции с пластинчатыми теплообменниками позволяет «возвращать» до 85% теплоты [3].

Большой расход электроэнергии происходит также из-за аэродинамических потерь. Это может быть связано с установкой вентиляторов с несоответствующим расходом воздуха, что вынуждает использовать дополнительные элементы вентиляционных систем. Решение этой проблемы заключается в установке подходящих по расходу воздуха вентиляторов на каждую ветку системы. В настоящее время существует возможность выбрать вентиляторы, со всеми необходимыми параметрами, и при этом с низким потреблением энергии и уровнем шума [1].

Уменьшение энергопотребления можно достичь также с помощью применения гибридной вентиляции. В основном данный способ используют в многоэтажных зданиях в регионах, где климатические условия зимой и летом резко отличаются друг от друга. В холодный период года вентиляция работает как естественная за счет гравитационного и ветрового напора. В теплое время года вентиляция работает с механическим побуждением движения воздуха из-за возникающей недостаточной вытяжки с верхних этажей здания. Иногда такую вентиляцию называют естественно-механической [2].

Все вышеперечисленные методы могут помочь в усовершенствовании вентиляционных систем, повысят их энергоэффективность.

Библиографический список

2. Яншина, Э. Р. Пути повышения энергоэффективности систем вентиляции [Электронный ресурс] / Э. Р. Яншина, А. А. Брацук, Л. А. Иванова // Молодой ученый. – 2016. – № 10 (114). – С. 333-337. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/114/30150/>, свободный (дата обращения: 19.05.2021).

3. Шилкин, Н. В. Возможности энергосбережения в системах с регулируемой естественной вентиляцией [Электронный ресурс] / Н. В. Шилкин, Н. А. Шонина, Ю. В. Миллер // Энергосбережение. – 2018. – № 2. – Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6873, свободный (дата обращения: 19.05.2021).

4. Гайдарь, Н. С. Повышение энергоэффективности и оптимизация микроклимата в зданиях посредством реконструкции систем теплогазоснабжения и вентиляции [Электронный ресурс] / Н. С. Гайдарь // European science. – 2018. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-energoeffektivnosti-i-optimizatsiya-mikroklimata-v-zdaniyah-posredstvom-rekonstruktsii-sistem-teplogazosnabzheniya-i/viewer>, свободный (дата обращения: 19.05.2021).

5. Соколов, А. В. Энергоутилизаторы в системе вентиляции [Электронный ресурс] / А. В. Соколов // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2018. – Т.1. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/energoutilizatory-v-sisteme-ventilyatsii/viewer>, свободный (дата обращения: 19.05.2021).

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЬНИЦ В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИИ COVID-19

Астрашенко В.В.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

В статье описаны основные принципы проектирования систем вентиляции и кондиционирования для лечебных учреждений. Приведены рекомендации по подбору оборудования систем вентиляций и кондиционирования, предназначенных для инфекционных больниц в условиях эпидемии COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19, вентиляция, больница, медицинский персонал, короновирусная инфекция.

Коронавирус COVID-19 — это новый коронарный вирус, официально зарегистрированный Всемирной организацией здравоохранения 31 декабря 2019 года и в настоящее время бушующий практически на всей планете. Впервые он был обнаружен в китайском Ухане — столице провинции Хубэй, ставшей эпицентром эпидемии в Поднебесной [1].

В результате изучения распространения коронавирусной инфекции мировое инженерное сообщество пришло к единому мнению, что вентиляция в зданиях является важным элементом в стратегии предупреждения распространения коронавирусной инфекции [2].

Основные принципы проектирования систем для лечебных учреждений состоят из:

1. Предупреждение распространения инфекции в медучреждении и защита персонала.

2. Надежность и ремонтпригодность оборудования

3. Энергосбережение, уровень шума и иные факторы

Основная функция системы вентиляции и кондиционирования воздуха в период эпидемии - изолировать персонал от источника инфекции. Чрезвычайно важно предотвратить перекрестное распространение вируса между врачами и пациентами. Следовательно, воздушный поток в зонах наибольшей концентрации инфекции (например, в изоляторах и отделениях интенсивной терапии) должен быть организован таким образом, чтобы предотвратить заражение медицинского персонала и обеспечить его безопасность [1].

На практике незнание основных принципов работы вентиляции приводит к принципиальным ошибкам: как конструктивные просчеты, так и ошибки персонала зачастую приводят к тому, что риск заражения не только не сводится к минимуму, но, напротив, увеличивается [2].

В первую очередь необходимо выбирать самые надежные и стабильные системы, которые можно быстро установить. Обслуживание оборудования не должно вызывать никаких затруднений, в том числе у работников, не имеющих профильного образования. В идеале система кондиционирования должна обходиться без технического обслуживания [1].

При подборе и проектировании систем вентиляции и центрального кондиционирования необходимо руководствоваться в первую очередь отмеченными выше основными характеристиками. Остальные параметры, такие как энергосбережение и уровень шума, издаваемого приборами и агрегатами, имеют второстепенное значение [1].

При подборе системы вентиляции и кондиционирования воздуха нужно учесть следующие аспекты [1].

1. Организация воздушного потока в помещении

Как показывает практика, наиболее опасные очаги наблюдаются вблизи с постелями пациентов, зараженных COVID-19. Поэтому во избежание распространения коронарного вируса воздушный поток в палатах и отделениях интенсивной терапии должен подаваться сверху и выводиться из помещений в нижних точках. Воздуховод, по которому поступает приточный воздух, следует установить над входом в палату, вентиляционные отверстия, через которые загрязненный воздух выводится наружу - вниз, в изголовье кровати. Это создает односторонний поток, который позволяет быстро удалить отработанный воздух и защитить медицинский персонал [1].

В пиковый период пандемии были изданы Временные методические рекомендации Министерства здравоохранения России «Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 6 (28 апреля 2020 г.)», содержащие п. 7.5 «Применение максимально возможных режимов естественной вентиляции (постоянного максимально возможного проветривания) позволяет достичь резкого снижения концентрации инфекционного аэрозоля в воздухе помещений и, соответственно, резко снизить риск распространения инфекций через воздух». Хотя эффект в представленном случае будет обратный: открытые окна способствуют потере аэродинамики всего здания и распространению инфекции. В случае применения естественной вентиляции довольно высок риск заражения людей как в больнице, так и вокруг нее. В инфекционных больницах, а также в палатах, где находятся больные, необходимо контролировать, очищать и полностью дезинфицировать воздушные потоки.

Неправомерные действия с эксплуатацией системы вентиляции могут иметь серьезные негативные последствия, связанные с распространением коронавируса. Частые остановки и запуски системы вентиляции отрицательно сказываются на работе HEPA-фильтров и на бактерицидной среде. Патогенные организмы, задержанные фильтром во время рабочей нагрузки, могут начать размножаться во время остановки системы вентиляции.

В больницах для пациентов с коронавирусной инфекцией часто выделяется отдельный этаж, так называемая «красная зона», пребывать в которой

крайне тяжело, особенно для медицинского персонала, одетого в маски и защитные костюмы. Чтобы облегчить нахождение и работу в «красной зоне», персонал устраивал сквозное проветривание, открывая окна или двери с противоположных торцов этажа, вызывая интенсивное движение воздуха в коридоре. Это полностью нарушает аэродинамику помещения и создает условия для распространения инфекции.

Во многих больницах над кроватью пациента установлены сплит-системы. Конечно, если в больнице нет центральной системы кондиционирования воздуха, то применение сплит-систем в летнее время становится единственным вариантом охлаждения помещений. Однако нужно знать, где в комнате можно установить сплит-систему, и уж никак не над кроватью больного [2].

2. Чистота в помещениях

Приточные установки должны быть оснащены двух- или трехступенчатой системой фильтрации, состоящей из фильтров предварительной, основной и тонкой очистки воздуха [1].

Воздух, выбрасываемый из больниц, должен проходить серьезную очистку. Тем не менее это не всегда так. Зачастую отсутствует контроль за состоянием фильтров, часто их не очищают. Зараженный воздух из вытяжной шахты попадает в зону рециркуляции вокруг здания и распространяется на жилую зону вокруг больницы [2].

Современные компании, такие как Daikin и BREZZA разработали новые системы очистки воздуха [3, 4].

3. Подбор источника тепла

Наиболее предпочтительным источником тепла является воздушный тепловой насос. Его конструкция проще, установка устройства выполняется быстрее, чем при использовании газовых или масляных котлов. Недостатком данных насосов является малая мощность обогрева, которой может не хватить для обслуживания больших площадей. Потребность в обогреве велика, поэтому следует подключиться к системе центрального отопления [1].

4. Подбор вытяжной вентиляции

Вытяжные воздуховоды должны предусматривать секцию отрицательного давления, создаваемого с помощью вентилятора. Данную секцию следует размещать последней, чтобы избежать утечки загрязненного воздуха.

Вытяжная вентиляция в больницах должна включать, помимо воздуховодов, следующие элементы:

- высокоэффективную систему фильтрации, которую необходимо устанавливать перед находящимся в помещении вытяжным вентилятором, чтобы защитить его от взвешенных мелкодисперсных частиц;

- вентиляторы и двигатели [1].

В условиях эпидемии COVID-19 следует особо уделить внимание системам вентиляции и кондиционирования в инфекционных больницах. Подобрать оборудование, которое будет эффективно препятствовать распространению вирусной инфекции.

Библиографический список

1. Жигуо, У. Проектирование систем ВиК, предназначенных для инфекционных больниц в условиях эпидемии COVID-19 [Электронный ресурс] / У.Жигуо. СОК. – №4. – 2020 – Режим доступа: <https://www.c-ok.ru/articles/proektirovanie-sistem-vik-prednaznachennyh-dlya-infekcionnyh-bolnic-v-usloviyah-epidemii-covid19>, свободный – Проектирование систем ВиК, предназначенных для инфекционных больниц в условиях эпидемии COVID-19.
2. Табунщиков Ю.А. Вентиляция в больницах: кто виноват и что делать? Ю.А. Табунщиков // АВОК. – №2 – 2021.
3. Вентиляция BREZZA: в больнице для коронавирусных больных // АВОК.– 2020.
4. Ответ Daikin на пандемию COVID-19 // АВОК. – №2 – 2021.

УДК 628.8

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ В ПОМЕЩЕНИИ

Данилова А.А.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

В докладе рассмотрены современные технологии, которые применяются для создания комфортного микроклимата в жилых помещениях

Ключевые слова: микроклимат помещения, автоматика, новые технологии, экологичность

С инженерными системами человек связан с самой глубокой древности. Так, например, первые водопроводы появились ещё 4000 лет до н.э., и с тех пор развивались и совершенствовались. Это происходит и до сих пор. Без систем отопления, вентиляции, канализации и кондиционирования просто невозможно представить жизнь современного города. Однако инженерные системы могут не только обеспечивать человека водой, газом, теплом, но создавать определенные благоприятные климатические условия в помещении, которые наряду с качественным оборудованием и мебелью необходимы для продуктивной работы и комфортной жизни человека. Сейчас существует специальное направление – создание климатических условий и методы управления микроклиматом помещений. Оно включает в себя системы отопления, кондиционирования и вентиляции [1].

Современные технологии развиваются с каждым годом, и сейчас есть возможность выбирать различные способы для управления микроклиматом в

помещении. Так, можно ограничиться теплыми полами (рисунок 1), а можно создать целую систему, которая сама будет следить за различными параметрами микроклимата и регулировать их при необходимости. Такая система позволяет обеспечивать поддержание наиболее благоприятных условий климата и вместе с этим оптимизировать расход энергии. Например, известно, что оснащение здания системой теплого пола с автоматикой позволяет снизить затраты на обогрев примерно на 15-25% в год [2].



Рисунок 1 – Теплый пол

Однако программировать такие системы довольно сложно, поэтому чтобы повысить адекватность решений системы, используются технологии на основе нейросетей. Главным преимуществом искусственных нейронных сетей перед традиционными алгоритмами стала возможность самообучения. Система сама прогнозирует оптимальную стратегию управления на основе математической модели различных характеристик здания, желаний человека и погодных условий. Так же алгоритм направлен на создание оптимальных условий микроклимата при минимальном энергопотреблении.

Таким образом современные системы становятся все более интеллектуальными и самообучающимися. Они способны оптимизировать свою работу, подстраиваться под определенные условия здания. Сейчас всё чаще распространение получают системы управления микроклиматом на основе самообучающихся математических моделей здания как единой теплоэнергетической системы, то есть отопление, вентиляция и кондиционирование связаны между собой и способны работать в тандеме. В таких системах происходит непрерывная корректировка параметров климата при учете различных факторов, таких как фактическая температура помещения, температура снаружи здания, солнечная интенсивность и даже погода [3].

Без сомнения, ещё одной из тенденций современного мира является экологичность. Это коснулось и инженерных систем. Очень часто система охлаждения и кондиционирования реализуется на базе потолочных и напольных фанкойлов и чиллера. В таких системах холодоносителем является вода, а охлаждающим агрегатом - чиллер. Это делает систему экологичной, так как внутри дома нет сжатого фреона и других вредных газов.

Системы отопления в современных эко-домах работают от газовых котлов, которые оборудованы автоматикой, зависящей от погодных условий.

Такая система позволяет поддерживать точную температуру в каждом помещении.

Для обеспечения здания свежим и чистым воздухом, а также поддержания оптимального уровня влажности устанавливают системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуператором тепла. В этом случае тепловые потери становятся минимальными, так как тепло отработанного воздуха вновь используется, но уже для подогрева входящего в дом воздуха [4].

Библиографический список

1. ООО «Проектно-инжиниринговая компания» [Электронный ресурс]. – СПб. : ООО «Проектно-инжиниринговая компания», 2017 – Режим доступа :
2. <https://vk-pik.ru/base-overview-of-air-conditioners/novye-tekhnologii-upravleniya-klimatom-v-pomeshchenii>, свободный. Загл. с экрана.
3. Жарков Т. Н. Новые возможности для систем напольного отопления и охлаждения [Электронный ресурс] / Жарков Т. Н. – М. : Журнал «СОК.» №5 - 2016 – Режим доступа : <https://www.c-o-k.ru/articles/novye-vozmozhnosti-dlya-sistem-napolnogo-otopleniya-i-ohlazhdeniya>, свободный. – Загл.с экрана.
4. Табунщиков Ю.А. Прорывные IT-технологии: интеллектуальные автоматизированные системы управления энергопотреблением и микроклиматом зданий [Электронный ресурс] / Табунщиков Ю.А. – М. : Журнал «АВОК.» №1 - 2020 – Режим доступа : https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=7440, свободный. – Загл.с экрана.
5. Иванов Алексей. Проекты года. Энергоэффективный дом с безупречным микроклиматом [Электронный ресурс] / Иванов А. – М. : Журнал «СОК.» №1 - 2020 – Режим доступа : <https://www.c-o-k.ru/articles/proekty-goda-energoeffektivnyu-dom-s-bezuprechnym-mikroklimatom>, свободный. – Загл.с экрана.

УДК 697.35

СОВРЕМЕННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Евстафьева М.А.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

Рассмотрены современные отопительные приборы, применяемые как в жилых помещениях, так и в общественных. Приведены некоторые технические характеристики, стоимость на рынке теплового оборудования.

Ключевые слова: отопительный прибор, радиатор, полотенцесушитель, теплоснабжение.

Отопительный прибор - устройство для обогрева помещения путем пе-

редачи теплоты от теплоносителя, поступающего от источника теплоты, в окружающую среду [1].

Все отопительные приборы делятся на три группы [2].

- радиационные приборы: потолочные отопительные панели и излучатели;

- конвективно-радиационные приборы: радиаторы секционные и панельные, гладкотрубные приборы, напольные отопительные панели;

- конвективные приборы: конвекторы и ребристые трубы.

Одной из ведущих компаний на рынке современного теплового оборудования является компания Лотен, которая работает с 2010 года [3].

Производство дизайн - радиаторов, стальных трубчатых радиаторов и полотенецсушителей из нержавеющей стали высокого качества. Лотен уделяет большое внимание дизайну своих изделий, которые идеально впишутся в любой интерьер.

Из последних тенденций в оформлении приборов отопления является вертикальный трубчатый радиатор Loten Grey V из стальной профильной трубы прямоугольного сечения (рисунок 1). Стильный и смелый, он разработан для современных интерьеров помещения, отвечая последним тенденциям в их оформлении. Различные цвета исполнения, традиционно белый или же строгий черный. Количество секций от 4 до 12, высота от 750 см до 2000 см.



Рисунок 1 – Вертикальный трубчатый радиатор Loten Grey V в белом цвете

Технические характеристики:

- для систем водяного теплоснабжения
- рабочее давление 16 атм, испытательное давление 24 атм
- температура теплоносителя — до 130 °С

- присоединительный размер – нижнее подключение G1/2”
- присоединительный размер – боковое подключение G1/2”
- для однотрубных и двухтрубных систем отопления

Стоимость на официальной сайте Loten [3] зависит от размера и количества секций. Минимальная цена за четырехсекционный радиатор высотой 75 см. составляет 13,5 тыс. руб., максимальная же за радиатор из 12 секций и высотой 175 см. – 49 тыс. руб.

Одним из неотъемлемым предметом ванной комнаты является полотенцесушитель или змеевик. Компания Лотен создала современный полотенцесушитель Loten Pipe V (рисунок 2). Вертикальный трубчатый из нержавеющей стали – идеальное решение для ванной комнаты современного общества. Высотой 75 см. из 4 секций или же высотой 2 м. из 8 секций – каждый может выбрать отопительный прибор по своему желанию.

Технические характеристики:

- для систем горячего водоснабжения и отопления
- рабочее давление до 8 атм, испытательное давление 12 атм
- боковое подключение – присоединительный размер G1/2
- нижнее подключение – присоединительный размер G1/2
- порошковая покраска или шлифованная поверхность

Стоимость будет зависеть от параметров полотенцесушителя. Минимальная – 24 тыс. руб., максимальная 93 тыс. руб.



Рисунок 2 – Вертикальный трубчатый полотенцесушитель Loten Pipe V

Отопительные приборы от компании Лотен поражают своим разнообразием (рисунок 3). Вертикальные, горизонтальные или напольного исполнения радиаторы и полотенцесушители для систем водяного теплоснабжения или же электрические.

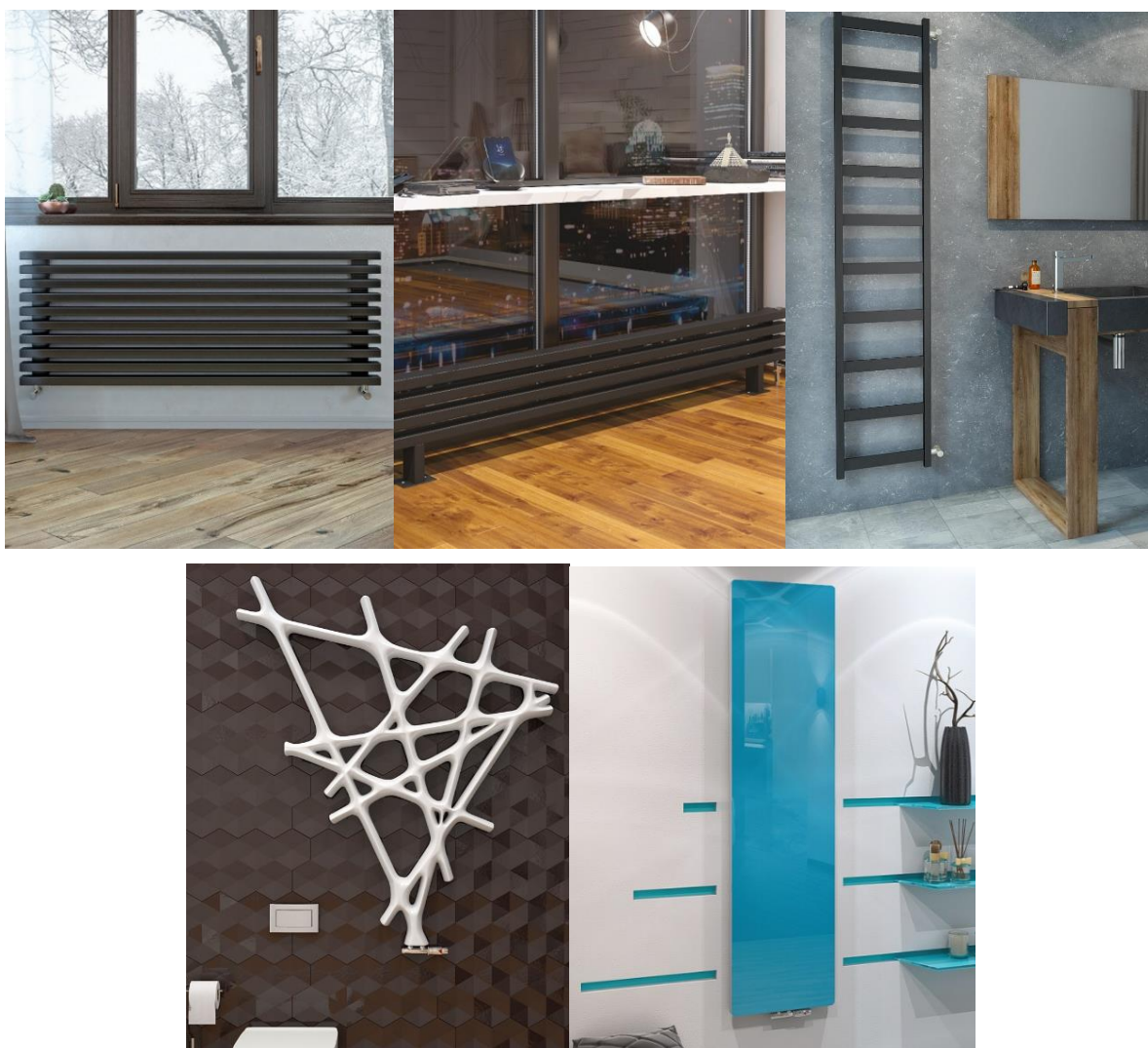


Рисунок 3 - Отопительные приборы компании Лотен в интерьерах

На рынке теплового оборудования представлены различного вида отопительные приборы от традиционных чугунных радиаторов до невообразимых форм современных радиаторов. Различные размеры, стильные цвета от белого до фиолетового. Множество вариантов исполнения позволяет подобрать отопительный прибор для любого интерьера жилых или общественных помещений.

Библиографический список

1. ГОСТ 31311-2005. Приборы отопительные. Общие технические условия. / НИИ санитарной техники и ФГУП «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве». – М. : Стандартинформ, 2006.
2. Каменев, П. Н. Отопление и вентиляция. Часть 1. Отопление / П. Н. Каменев, А.Н. Сканава, В.Н. Богословский. – М. : Изд-во Стройиздат, 1975. – 483 с.
3. Loten. Производство радиаторов и полотенцесушителей [Электронный ресурс]. – М. : ООО «Лотен», 2021 - . – Режим доступа : <https://loten.ru>, свободный. – Загл. с экрана.

ЭКОЛОГИЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ

Новикова К.Ю.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

Обзор наиболее экологичных способов отопления жилых домов. Возможность использования возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: геотермальное отопление, солнечный коллектор, инфракрасные обогреватели, тепловой насос.

Отопление жилых помещений – важнейшая энергетическая услуга, в которой нуждаются многие люди во всем мире. Даже при широкой доступности электричества и природного газа использование твердых видов топлива для обогрева жилья остается распространенной практикой во многих местах, в том числе в странах Европы и Северной Америки. Твердые виды топлива – это, прежде всего, древесина и уголь, но, кроме того, это могут быть отходы лесного и сельского хозяйства и даже мусор.

Однако внедрение этого вида горючего является принципиальным источником загрязнения внешнего воздуха; оно также может быть предпосылкой загрязнения воздуха внутри помещений или методом прямого действия, или при проникновении загрязнителей снаружи. Реальные данные говорят о том, что с выбросами, образующимися при сжигании древесной породы и угля, соединены подобные суровые финалы в отношении здоровья, как респираторные и сердечно-сосудистые болезни и смертность от них. А также, при горении древесной породы и угля выделяются канцерогенные вещества. Показатели исследовательских работ демонстрируют, что в почти всех регионах мира будет тяжело решать трудности загрязнения внешнего воздуха, не обращая внимания на данный источник.

Помимо дров, угля и газа есть много других экологичных вариантов отопления жилья. Главный минус этих способов обогрева – непопулярность, высокая стоимость установки. Но при выборе отопительного прибора можно присмотреться к вариантам, которые представлены ниже [2].

О геотермальном отоплении в первый раз заговорили в США в 80-ые годы. Поначалу это было наслаждением для богатых, но сейчас этот метод отопления избрали больше чем в миллионе зарубежных домов. После чего выбросы углекислого газа в государстве снизились на 4 млрд тонн в год.

Источник энергии геотермального отопления – возобновляемое и неисчерпаемое тепло из недр Земли. Система использует подземный водопровод, через который с помощью насоса она переносит тепло из земли в дом. Работа геотермального отопления напоминает кондиционер. Зимой, когда температура земли выше, чем температура воздуха, система обогревает

ет. Летом, наоборот, охлаждает.

Особенности:

- тратит практически в два раза меньше энергии, чем обычные системы отопления;
- не формирует вредных выбросов;
- насос расходует электроэнергию, но 1 кВт потраченной электричества компенсируется выработкой в пределах 4,5 кВт тепловой;
- на 20% экономичнее отопления газовым котлом;
- работает негромко и независимо, не нужно обеспечивать горючим и не требуется усилия на обслуживание;
- нет риска возгорания или же перегрева.

Солнечный коллектор – это самый необычный вид отопления, который более действенно использует энергию солнца. С поддержкой коллектора возможно, как отапливать помещение, так и нагревать воду.

Конструкция коллектора разрешает преобразовывать солнечную энергию в тепловую и передавать ее теплоносителю – к примеру, воде в батареях. Коллекторы могут быть двух видов – плоские и вакуумные. Вакуумные эффективнее за счет главного модуля прибора – герметично запаянным цилиндрам из особенного тонированного стекла.

Особенности:

- главное достоинство – экологически чистое тепло;
- нет надобности снабжать устройство топливом, но появляется зависимость от погоды;
- есть особые девайсы – трекеры для улучшения работы солнечного коллектора;

Инфракрасные обогреватели - это самый доступный и простой способ экологично обогревать дом. Вокруг этих обогревателей существует множество слухов. Одни говорят о вреде для здоровья, другие о пользе.

Главное не путать инфракрасное излучение с ультрафиолетовым. Ультрафиолетовое правда опасно. А воздействие инфракрасного зависит от длины его волны. Разобраться не так сложно. Чем короче волны – тем больше температура нагрева и тем хуже для самочувствия.

Особенности:

- возможен вред для самочувствия человека при длительном влиянии коротковолнового излучения;
- возможна и польза для здоровья – при влиянии длинноволнового излучения, которое воздействует только на верхние слои кожи;
- компенсирует вредные излучения от домашней техники;
- не загрязняет воздух, не распространяет пыль по помещению;
- не дымит, не шумит и не пахнет [1].

Несмотря на малую популярность сегодня, у энергосберегающего отопления большое будущее, ведь мировые запасы топлива тают с каждым днем, поэтому экологическое отопление с использованием возобновляемых источников энергии и дополнительной оптимизацией всей системы позволят

снизить потребление ископаемой первичной энергии.

Библиографический список

6. Асангулова, Р. Н. Как отапливать дом экологично? / [Электронный ресурс] / Р. Н. Асангулова – Ливень. – №.1 – 2016 – Режим доступа: <https://livingasia.online/amp/2016/11/21/eco-heat/>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 8.04. 21)

7. Жолквер, Н. А. Отопление без эмиссии CO₂: как немцев побуждают экологично обогревать дома [Электронный ресурс] / Н. А. Жолквер // DW – №2. – 2020. – Режим доступа: <https://www.dw.com/ru>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 8.04.21)

8. Сукач, М. Д. Экологичное жилье – время учиться у Европы [Электронный ресурс] / М. Д. Сукач // INGSVD – №2. – 2018. – Режим доступа: <http://ingsvd.ru/main/newtechnolog/161-ekologichnoe-zhile-vremya-uchitsya-u-evropy.html>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 8.04.21)

УДК 697.35

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ИНТЕРЬЕРЕ

Пономарева М.А.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

В статье рассмотрены дизайнерские отопительные радиаторы фирмы «Loten» и их оформление в интерьере.

Ключевые слова: фирма «Loten», радиаторы, интерьер, дизайн, полотенцесушители, отопительное оборудование.

Еще пару веков назад за отопление в доме отвечали камины и печи, которые растапливали углем или дровами. Во многих русских деревнях до сих пор сохранились эти агрегаты, которые по-прежнему используются по назначению [1].

Чугунные радиаторы, по сути, устарели и в современном мире используются редко, своим видом они зачастую могут испортить интерьер. Масивные и тяжелые агрегаты довольно сложно замаскировать и вписать в нужную стилистику.

Сейчас радиаторы находятся в каждом доме. Обычные чугунные батареи уходят в прошлое, но им на замену приходят современные отопительные радиаторы из нержавеющей стали которые не только несут функциональность, но и станут яркой и незаменимой частью любого интерьера.

Существует много различных фирм с большим выбором дизайнерских решений, которые могут устранить проблему с оформлением интерьера.

Радиаторы и полотенцесушители Loten - это сочетание высокого уровня качества и уникального внешнего вида. Эта компания предлагает большой ассортимент отопительного оборудования, которые могут обрадовать даже самого взыскательного клиента. Фирма «Loten» занимается производством дизайн-радиаторов, стальных трубчатых радиаторов и полотенцесушителей из нержавеющей стали [2].

Отопительные приборы этой фирмы стоят гораздо ниже европейских аналогов, но производятся по самым новым технологиям. Напольные батареи отлично подойдут для окон с панорамным остеклением за счет их низкой высоты. Так же радиаторы требуют минимального ухода, практически не пылятся, достаточно легко моются.

В данном случае можно увидеть такие виды радиаторов как:

1. Горизонтальные
2. Вертикальные
3. Трубчатые
4. Полотенцесушители
5. Дизайн-радиаторы
6. Электрические
7. Напольные

Стальной трубчатый радиатор с горизонтальным расположением профильной трубы прямоугольного сечения отвечает последним направлениям в оформлении интерьера, представлен на рисунке 1.



Рисунок 1- Стальной трубчатый радиатор с горизонтальным расположением

Надежный и практичный, вертикальный радиатор идеально справится с отоплением помещения, представлен на рисунке 2. А благодаря его современному дизайну, батарею можно разместить на самом видном месте, и она тонко дополнит общую стилизацию интерьера.

Полотенцесушитель из нержавеющей стали – это необычный взгляд на исполнение стандартной «лесенки», представлен на рисунке 3. Четкие, геометричные формы функционального радиатора лаконично впишутся практически в любой интерьер, став его частью.

Стальной радиатор напольного исполнения с горизонтальным расположением профильной трубы идеально подходит для использования в помещениях с большим остеклением, представлен на рисунке 4.

Дизайн-радиаторы — это особая категория отопительных приборов: обладая уникальным, бросающимся в глаза, внешним видом, они выполняют также и декоративную функцию, представлен на рисунке 5.



Рисунок 2 - Стальной трубчатый радиатор с вертикальным расположением



Рисунок 3 - Полотенцесушитель



Рисунок 4 – Стальной радиатор напольного исполнения с горизонтальным расположением



Рисунок 5– Дизайн-радиатор

В заключении важно отметить, что в современном мире найдено множество способов гармонично и правильно вписать в любой интерьер радиаторы.

Библиографический список

1. Самарина, Е. Батареи в современном интерьере [Электронный ресурс] / А. Кёнинг, А. Латышев // Дизайн интерьера. – 2018. – Режим доступа : <https://roomester.ru/interer/batarei-v-interere.html#i-7>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 05.05.21).
2. Карнаушенко, А. Ю. Магазин радиаторов отопления и полотенецесушителей Loten [Электронный ресурс] / А. Ю. Карнаушенко // Тепловое оборудование. – 2010. – Режим доступа : <https://loten.ru>, свободный. – Загл. с экрана. (дата обращения: 14.05.21).

ВЕНТИЛЯЦИЯ НА МКС

Пыжлакова Е.С.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

Для поддержания жизнедеятельности человека в космосе разработана и постоянно совершенствуется система жизнеобеспечения, необходимо, прежде всего, поддерживать определенное давление и состав окружающей газовой среды, постоянно пополнять количество кислорода и удалять углекислый газ.

Ключевые слова: МКС, вентиляция, кондиционер, кислород, воздух, вода.

За аббревиатурой МКС скрывается название «Международная космическая станция». Этот объект вращается вокруг Земли на высоте чуть более 300 км. Постоянно заселен космонавтами в количестве от 5 до 6 человек. Они проводят различные эксперименты и исследования, для лучшего осознания космического пространства [1].

Раз есть люди на космической станции, значит должны постоянно работать системы для поддержания жизни на борту станции. Системы, которые гарантируют наличие воды, кислорода и пищи.

Подробнее всего рассмотрим наличие кислорода на космической станции.

Первый вариант – электролиз воды. Это основной метод для получения кислорода из воды. С помощью электрического тока из воды выделяется кислород и водород. Две молекулы водорода и одна молекула кислорода разделяются из-за взаимодействия с током. Так получают газообразный кислород, который поступает в отсеки на космической станции. А водород покидает пределы станции. Для этого процесса на МКС есть специальная система для генерации кислорода.

Если сравнивать с Землей, то в космосе все совсем по-другому. Деревья, растения и т.д., которые участвуют в процессе фотосинтеза, тем самым происходит процесс расщепления молекул воды.

Если на борту МКС произойдет сбой, и многие системы перестанут работать, то для этого на борту всегда есть баллоны с кислородом. Кислород находится под высоким давлением. Его периодически доставляют с остальным грузом на станцию. Так называемый резерв, который используют в критических ситуациях [1].

Кислород поступает в отсеки через систему вентиляции. В состав вентиляции входят кондиционеры, которые расположены по бокам служебного модуля со стороны перехода в отсек в приборной зоне. Данная зона отделена герметичными перегородками. Данная вентиляция обеспечивает комфорт-

ные параметры атмосферы для жилой зоны космической станции и одновременно с низким электропотреблением системы.

Первый кондиционер в космосе появился сто пятнадцать лет назад, а точнее система для поддержания заданной температуры. Так и появилась возможность формировать кислород в замкнутых пространствах. Это дает возможность для строительства жилища на других планетах, которые пригодны для проживания человека [2].

Отсюда идет задача сэкономить на доставке воздуха и воды. Так как каждый килограмм груза, который попадает на борт, стоит не малые деньги. Поэтому, еще в 60-е годы, советские учены и инженеры изобрели систему жизнеобеспечения, которая работает на принципе круговорота воздуха и воды. И на данный момент, МКС живет на российских системах.

Источниками воды на борту космической станции являются: пот, выделяемая влага, моча и углекислый газ, а также влага испаряемая растениями, влага из технических систем. И вся вода преобразуется в кислород, с помощью электролиза воды.

Если в схему устройства обычного кондиционера входят лишь конденсатор, терморегулирующий вентиль, испаритель и компрессор (это упрощенная схема компрессионного кондиционера), то схема обеспечения МКС воздухом для дыхания включает 16-ти сложные многокомпонентные устройства, соединенные между собой.

Каждая из этих шестнадцати систем намного сложнее обычного кондиционера. Например, SBMP (бортовая система очистки воздуха служебного модуля) имеет пять фильтров, каждый из которых выполняет свою функцию (рисунок 1).

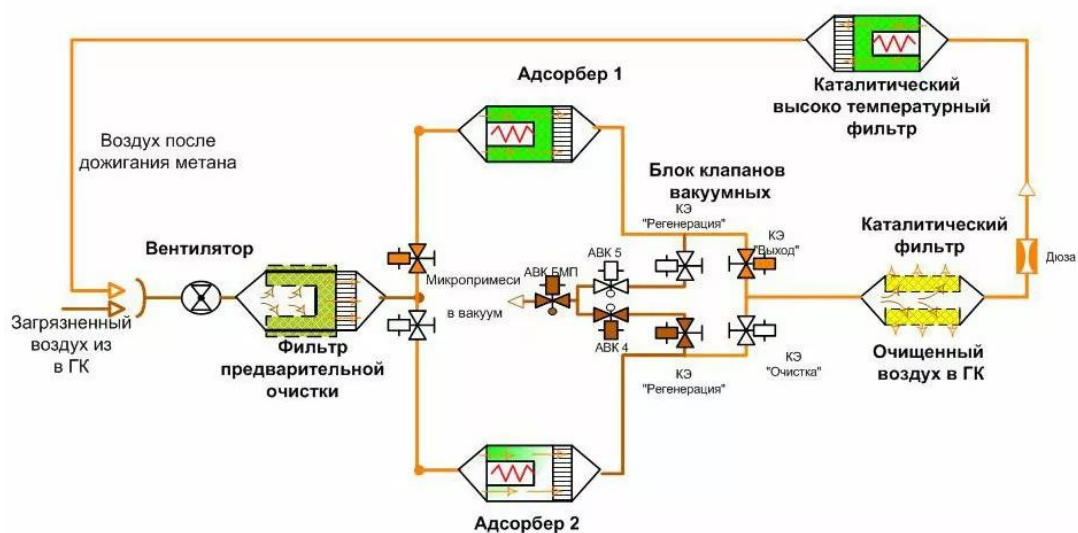


Рисунок 1 - Система бортовой очистки от микропримесей воздуха служебного модуля

Для контроля газовой смеси постоянно производятся замеры содержания примесей в воздухе. Обычно содержание примесей на станции не превышает норму.

Сейчас перед специалистами НИИ химического машиностроения поставлена новая грандиозная задача – обеспечение выживания экипажей в длительных космических полетах. Это означает, что больше не будет наземных служб рядом с космонавтами, которые могли бы прийти на помощь в любое время. С одной стороны, нужно снабдить корабль всем необходимым, с другой, чтобы не перегружать его. Таким образом, рассчитываются необходимые дополнения к существующей системе, которые могут обеспечить первое поколение людей на новой планете воздухом и водой.

Библиографический список

1. Кондиционер на орбите: как сохраняется дыхательная среда на МКС // РИА новости. – 2017. – С.1-3. – Режим доступа: <https://ria.ru/20170717/1498617648.htm>.

2. Откуда на международной космической станции кислород // Индекс Дзен. – 2019. – С.1-5. – Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/factusios/otkuda-na-mejdunarodnoi-kosmicheskoi-stancii-kislorod-5d4ed9fc43bee300aeeadae7>.

3. Николаев М. Кондиционирование в космосе / М. Николаев // Поток. – 2017. – С.1-5. – Режим доступа: <https://potok.com/ru/media/kondicionirovanie-v-kosmose>.

УДК 697.9

МАЛОШУМНЫЕ ВЕНТИЛЯЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ШУМА

Разницына Е.В.

Научный руководитель: Баклушина И.В.

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

В статье рассмотрены принципы и приведены примеры малошумных вентиляций, их актуальность и влияние шума на здоровье человека.

Ключевые слова: шумоизоляция, малошумная вентиляция, шум, канальные вентиляторы.

Превышая установленные нормы шум негативно воздействует на человеческий организм не только в уличной среде, но и в домашней обстановке. Шум влияет на человека вызывая следующий перечень проблем:

- От постоянного воздействия шума страдает слуховой аппарат и снижается острота слуха;
- Шум может быть причиной вашего быстрого старения, в мегаполисах люди из-за шума живут меньше примерно на 10–12 лет;
- От громкого звука человек начинает страдать невротами, различны-

ми психологическими расстройствами;

- Сильный шум вызывает изменение в работе мозга, которая у нормального человека при воздействии сильных шумов похожа на мозговую активность людей, страдающих эпилепсией;

- Под действием шума в организме изменяется углеводный, белковый и другие обмены веществ;

- Повышенный звуковой фон снижает работоспособность на 15 %, а заболеваемость увеличивается почти на 40 %;

- Несформировавшаяся психика детей и подростков в большей степени подвержена негативному воздействию шумового загрязнения [1].

Основываясь на значимости этой проблемы в современном мире производители при создании оборудования используют технологии снижения шума. Системы вентиляции обеспечивают для людей комфортные условия в различных помещениях, в офисах, квартирах, торговых центрах и т.д. Но при работе они также создают излишнее шумовое воздействие.

Снижение шума вентиляционных систем становится на первый план при разработке. В вентиляции появился отдельный класс оборудования, называемый малошумным:

- малошумные накладные и канальные вентиляторы;
- вентиляторы в шумоизолированном корпусе;
- шумоглушители;
- воздуховоды с теплоизоляцией и шумоизоляцией.

Уже установленную вентиляцию, кардинально изменить в лучшую сторону практически невозможно. В этом случае стоит установить новую малошумную вентиляцию, для наилучшего результата и меньших денежных затрат.

Выбор малошумного вентилятора:

Электродвигатели малошумных вентиляторов должны быть соединены с корпусными элементами с помощью резиновых виброизоляторов – сайлентблоков.

Наличие дефектов на контактирующих с воздушным потоком поверхностях вентилятора, такие как лепестки облоя и заусенцы на крыльчатке, наплывы пластика, выступающие в область перемещения воздушного потока неровные края резиновых уплотнителей являются причиной отказа от покупки вентилятора [3].

Рассмотрим следующие виды канальных вентиляторов:

Осевые (аксиальные) вентиляторы являются примитивным подвидом канальных вентиляторов. Отличительное свойство этого варианта - это ориентация потоков воздуха по оси электродвигателя, на которой расположена крыльчатка, ответственная за перемещение воздуха. Главными плюсами являются экономически выгодный электродвигатель, элементарная конструкция, в то время как недостатком остается невысокая производительность.

Радиальные вентиляторы более эффективны, так как воздушные потоки не направляются прямо по оси, а за счет специальных форм лопаток

крыльчатки, перемешиваются, сжимаются и движутся к корпусу. В то же время за задними кромками создается эффект разряжения. Наряду с этим происходит скорое всасывание внешних потоков воздуха. Отличительной чертой каждого радиального вентилятора для разных видов вытяжек считается компактность.

Центробежные вентиляторы самый актуальный, наиболее беззвучный и продуктивный вид канальных вентиляторов. Принцип работы подобен радиальным аналогам. То есть ближе к корпусу создается повышенное давление, а в центре разряженное пространство, что приводит к более продуктивному всасыванию внешних воздушных масс. Помимо всего, их можно устанавливать прямо в вентиляционной шахте квартиры, что позволяет исключить негативное воздействие на эстетические свойства помещения. В первую очередь это способствует повышению мощности агрегатов такого вида и снижению воздействия на них влаги, пыли, что продлевает ресурс. Единственным минусом является то, что они слишком мощные для небольших ванных комнат, туалетов и даже кухонь в обычных квартирах и даже многих частных домах [2].

В заключение хотелось бы сказать, что, действительно излишний шум «медленно убивает» человека. Среди современных канальных вентиляторов возможно найти бесшумную модель высокой мощности, которая будет надежной и безопасной, а самое главное стоимость оборудования различна.

Библиографический список

1. Хрошин В.А. Малошумная вентиляция и технологии снижения шума [Электронный ресурс] журнал СОК №2. 2018. Малошумная вентиляция и технологии снижения шума /Архив С.О.К. 2018 №2 (с-о-к.ru) (дата обращения: 04.05.2021).

2. Зубарев О. Канальные бесшумные вентиляторы для вытяжки: существующие виды приборов и их рабочие параметры [Электронный ресурс] Интернет-энциклопедия по обустройству сетей инженерно-технического обеспечения. Совет инженера. Июль 2019. Канальные бесшумные вентиляторы для вытяжки: обзор разновидностей и их особенностей (sovet-ingenera.com) (дата обращения: 04.05.2021).

3. Хрошин В.А. Акустический комфорт: как сделать механическую вентиляцию малошумной [Электронный ресурс] журнал АВОК №1. 2016. Акустический комфорт: как сделать механическую вентиляцию малошумной/ АВОК (abok.ru) (дата обращения: 04.05.2021).

ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО РЕШЕНИЯ ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ

Беликова А.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ершова Д.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: anna_milkova635@mail.ru*

Целью статьи является выявление основных особенностей архитектурных решений, конструктивных схем современных культурно-досуговых центров для молодежи, полученных в результате предварительного анализа и изучения планировочных и объемно-планировочных решений общественных зданий. На основе полученных данных выявлены особенности архитектурных решений досуговых учреждений и составлена их классификация, сформулированы основные принципы проектирования досуговых центров в результате анализа их функционально-планировочной структуры и архитектурно-пространственной композиции.

Ключевые слова: конструкции, объемно-планировочные решения, архитектура, анализ, классификация, досуговые центры, здания, конструктивная схема.

В ходе исследования было выявлено, что мировой опыт строительства наполнен не совсем стандартными проектами, включающими в себя необычное и интересное архитектурное решение. Одним из примеров является проект Культурного центра Eemhuis, выполненный архитектурной студией Neutelings Riedijk Architects (рисунок 1).



Рисунок 1 - Культурный центр Eemhuis

Здание имеет весьма замысловатую форму, является многофункциональным. Центральная площадь перед самым зданием плавно перетекает в первый этаж с остеклением вдоль почти всего этажа. Со второго этажа ос-

новным материалом выступает кирпич, что придает объекту строгость и брутальность. На первом этаже расположено кафе и выставочный зал, на втором этаже разместилась библиотека с решением лестницы в виде широких террас [1].

Также примером может являться архитектурный проект «Витра Хаус», представляющий собой общественное здание, включающей в себя функции офиса, выставочного пространства и торговые павильоны (рисунок 2). Без ущерба для функциональности и экономичности архитектура представленного проекта весьма необычна и выразительна – проявляется в виде разных объемах. Проект формирует композицию из призм, в основании которых лежит пятиугольник. Между собой объемы достаточно сложно сочетаются, переходы между ними необычны. Интерьер повторяет внешний облик здания [1].



Рисунок 2 – Здание «Витра Хаус»

Анализируя приведенные выше примеры архитектурных проектов, можно отметить, что проектирование культурно-досуговых центров является интересной задачей и раскрывает все творческие идеи архитектора. Здесь нет конкретно установленных размеров помещений, как например, при проектировании образовательных и спортивных учреждений. Нестандартные и интересные проекты, которые сохраняют в себе функциональность и комфорт являются выигрышными и привлекают достаточно много внимания, которое и является одной из основных целей привлечения посетителей. Архитектура таких зданий из-за своей необычности формообразований становится уникальной и становится определенной достопримечательностью [1].

Культурно-досуговый центр – многофункциональный объект, не стандартной планировки и с интересными архитектурными формами, но в то же время в проектировании он соответствует общим требованиям, предъявляемым к общественным зданиям. Анализируя данные известно, что популярным архитектурный объект является чаще всего, если формы диалектически вытекают из содержания сооружения, т.е. архитектурные формы отражают внутренний функционал самого здания. Залогом успешного проекта является гармоничное

сочетание архитектурных форм, конструкций и функций здания [2].

Популярность к преобразованию существующих культурно-досуговых центров в нашей стране прослеживается все чаще годы в связи с изменением потребностей населения и увлечением разнообразия досуговых услуг. В настоящее время происходит процесс формирования нового типа досуговых учреждений – рекреационно-досуговых комплексов (РДК). Крупные современные и многофункциональные рекреационные досуговые комплексы развлекательного характера является важной составляющей формирования среды любого прогрессивного и современного города, где акцентировано внимание на культурный отдых, досуг, развитие, просвещение, здоровый образ жизни, сближение человека с окружающей природой [2].

Планировочные и объемно-пространственные решения культурно-досуговых центров различны, что вызывает разнообразие конструктивных схем, соответствующих эти решениям. По принципу объемно-планировочных решений все центры условно можно подразделить на здания ячейковой структуры (с мелкими помещениями), зальные (большепролетные) и комбинированные (рисунок 3). Этим видам зданий соответствуют разные конструктивные схемы, однако во всех случаях эти схемы должны строиться на принципах Единой модульной системы [3].

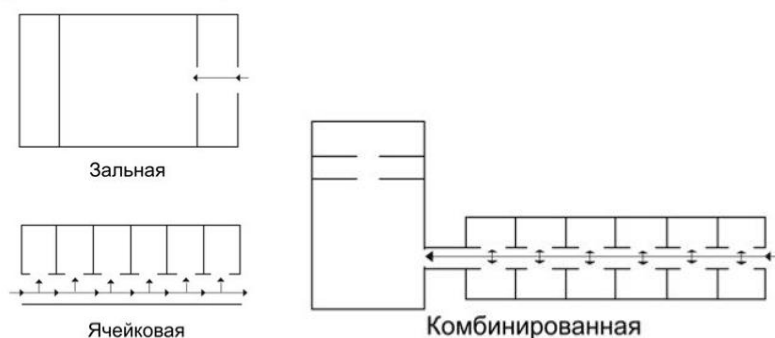


Рисунок 3 – Объемно планировочные системы

В двух- и трехэтажных досуговых центрах зальной структуры, требующих увеличенного шага опор (до 12 м) и повышенной несущей способности перекрытий, более целесообразно применение каркасной конструкции, разработанной на основе крупного конструктивно-планировочного модуля. Относительно условий расположения места строительства ограждающие конструкции могут быть из кирпича или панелей [3].

Особенную объемно-планировочную структуру имеют большепролетные здания досуговых центров, основной функциональной зоной является зал большого пролета и высоты. В таких культурных центрах зал часто определяет архитектурное решение здания. Все остальные помещения находятся в подчинении зала или любого другого помещения большого пролета и высоты [3].

Конструкции, перекрывающие большие пролеты, можно подразделить на 2 группы — плоские и пространственные, которые содержат в себе мно-

жество видов. К плоским конструкциям относятся балки, фермы, рамы и арки. Пространственные конструкции сложнее плоскостных, но для перекрытия больших пролетов более целесообразны, так как значительно легче и экономичнее по расходу материалов. Пространственные конструкции дают безграничные возможности для воплощения различных задумок архитекторов как для внешней выразительности зданий, так и для интерьеров. Пространственные конструкции очень разнообразны как по характеру своей статической сущности, так и по внешнему очертанию [3].

Библиографический список

1. Алтанов В.С. Принципы проектирования зданий культурных центров с гибкой объемно-планировочной структурой: дис. канд. арх. 8.00.02 / Владимир Алтанов Сергеевич; Москва – М., 1987. – 25 с.
2. Кравченко А.М. Принципы функциональной и пространственной организации центров досуга: дис. канд. арх. 18.00.02 / Анна Матвеевна Кравченко; Москва - М., 1990. – 272 с.
3. Змеул С. Г. Архитектурная типология зданий и сооружений / С. Г. Змеул, Б. А. Маханько. – М., 2004. –204 с

УДК 711.4

СТРОИТЕЛЬСТВО ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК НАЧАЛО СОЗДАНИЯ ГОРНО-РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСК

Корчуганова Ю.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Ершова Д.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yuliyabatina1997@yandex.ru*

Рассматривается существующая концепция горнолыжного кластера горы Югус, как толчок строительства Туристического комплекса в г. Междуреченск. Разобраны планировочные, архитектурные компоненты Туристического комплекса.

Ключевые слова: площадка строительства, туристический комплекс, конструкции, тенденция развития.

В качестве первого этапа строительства Туристического комплекса были выделены концепции развития территории. Одна из таких концепций была разработана в 2020 году Красноярской компанией ООО «ПСМ «Просто». При разработке было учтено место размещение запланированного строительства туристического комплекса (рисунок 1).

Концепцией предполагалось разработка мероприятий по функционированию комплекса горы Югус, как всесезонного парка спорта и отдыха ре-

гиоального масштаба в несколько этапов строительства. Где первым этапом стало: создание бизнес-плана и строительство Туристического комплекса. Инициатор проекта – ООО “ТОПАЗ”. Задача проекта: «...построить классический туристский сервис, соответствующий лучшим мировым стандартам и организовать эффективную систему туристических мероприятий».



Рисунок 1 - Схема функционального зонирования, выполненная ООО «ПСМ «Просто»

На данный момент строительство Туристического комплекса находится на стадии сдачи проектной документации. Разработкой проекта занимались специалисты ООО “Проектная мастерская арх. Мезенцева В.А.”

Площадка проектирования расположена в городе Междуреченске Кемеровской области, район горы Югус. Благоустройство территории проектируемого туристического комплекса предусматривает доступные пешеходные связи с современным устройством покрытия экоплиткой (рисунок 2).



Рисунок 2 - План благоустройства территории

Таблица 1 - Основные технико-экономические показатели генплана

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение показателей
Площадь территории в границах проектирования	м ²	2410,00
Площадь застройки	м ²	620,00
Плотность застройки	%	25,72
Площадь, занятая автодорогами, площадками, тротуарами и отмосткой с твердым покрытием	м ²	818,05
Площадь озеленения	м ²	971,95
Коэффициент озеленения	%	40,32

Здание Туристического комплекса представляет собой двухэтажное строение. Первый этаж представлен прямоугольным очертанием с размерами в осях 66,0x8,0 м. Второй этаж представлен треугольным очертанием с размерами в осях 18,0x9,5 м. Здание по конструктивным особенностям разделено на части, которые соединены с помощью сейсмических швов. Деление идет на три части: первая часть в осях 1-5 - одноэтажная; вторая часть в осях 7-9 - двухэтажная, третья часть в осях 10-14 - одноэтажная.

Планировочная и функциональная организация здания решены с учетом протекающих технологических процессов. Туристический комплекс разделен на три основные общественные зоны, влияющие на его объемно-пространственную композицию. В здании размещены: пункт общественного питания (столовая самообслуживания), лаунж-зона и прокат горнолыжного и туристического снаряжения (рисунок 3).

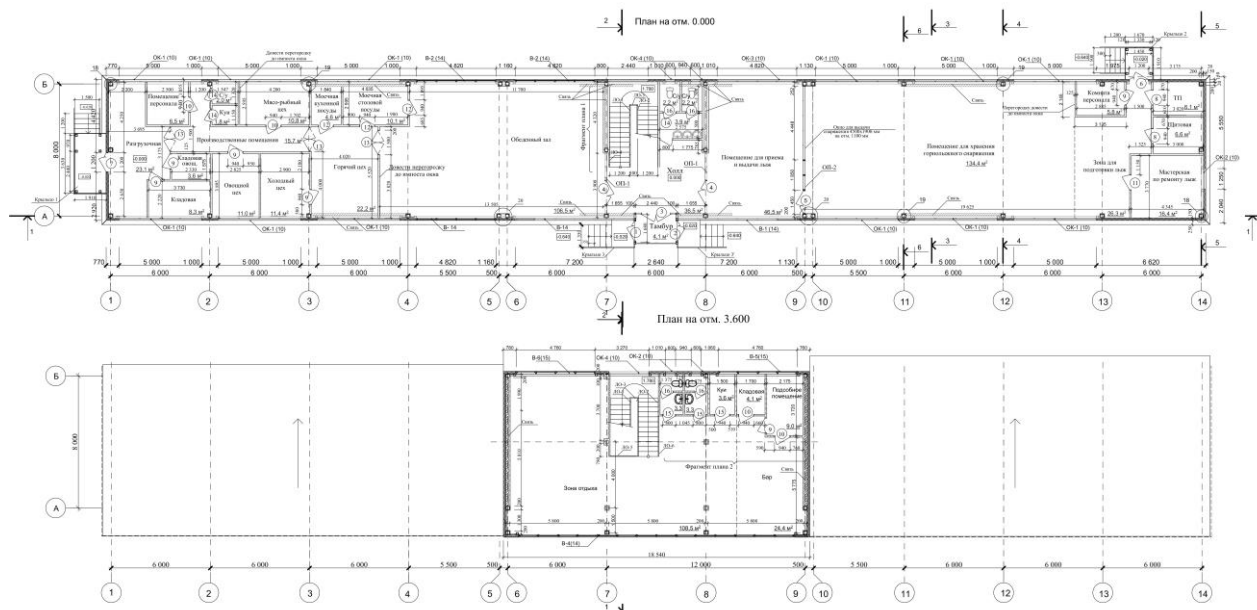


Рисунок 3 - Планы здания

Каркас здания – металлический (рисунок 4). Фундаменты выполнены из монолитных плит под каждую колонну здания. Стены здания, по решению заказчика, выполнены из сэндвич-панелей.

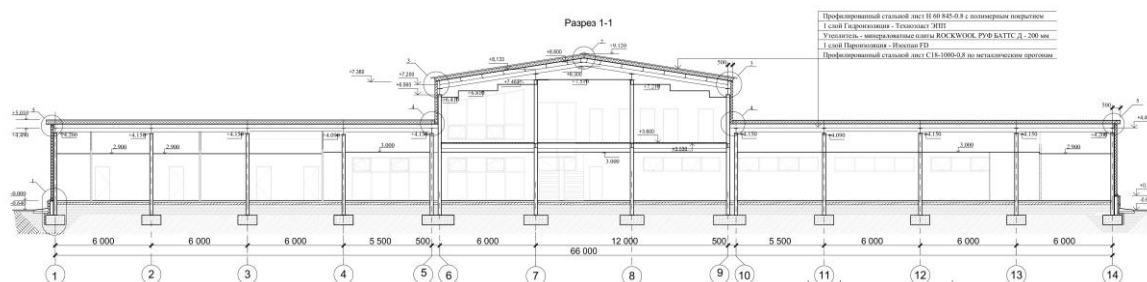


Рисунок 4 - Продольный разрез здания

Фасады выполнены в частичной симметрии по типу шале с маловыраженными односкатными кровлями. Композиционно фасады здания подчеркивают функциональное деление Туристического комплекса на три объема. Функциональное деление здания подчеркивается использованием остекления на фасадах. Расположенные скатные кровли создают треугольное очертание на главном фасаде и служат центральным высотным акцентом на протяженном фасаде (рисунок 5).

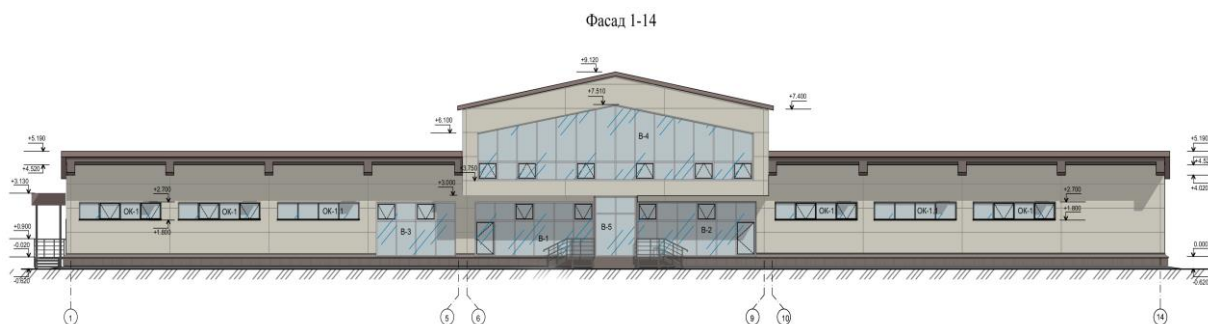


Рисунок 5 – Главный фасад здания

Завершение строительства здания запланировано на конец 2022 года. По окончании строительства в состав горно-рекреационного района будут входить зоны: жилая, общественная, лыжная. Это первые шаги на пути к развитию туризма и спорта в регионе.

Развитие туризма в данном регионе особенно важно, так как местность благоприятна для формирования горно-рекреационного района. Туризм положительно повлияет на предприятия малого бизнеса, а также станет перспективным для привлечения инвестиций на развитие территории, если уделить этой местности больше внимания.

Библиографический список

1. Концепция развития горнолыжного кластера горы Югус. Схема функционального зонирования [Электронный ресурс] / Режим доступа: <https://www.mrech.ru/media/texteditor/2021/03/09/wchseb.pdf> (дата обращения: 02.09.20).

2. Ершова Д.В., Батина Ю.А. Функциональное зонирование территории в районе горы Югус как основы формирования крупного туристического кластера в г. Междуреченск / Ершова Д.В., Батина Ю.А. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения – Новокузнецк, 2020. – С. 329.

УДК 69.058/.059

ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ И РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Борец А.Ю., Поправка И.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Рыжков Ф.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье представлены результаты визуального и детального инструментального обследования здания обогатительной фабрики, проведённого в ноябре 2020 года и разработка вариантов усиления железобетонных и каменных конструкций.

Ключевые слова: обследование, строительные конструкции, дефекты, повреждения, усиление, композиционные материалы.

Одной из проблем современной России являются перешедшие в 21 век заводы и фабрики советской эпохи, успевшие за годы эксплуатации физически и морально износиться. Нередко такие здания или сооружения уже находятся в недопустимом или аварийном состоянии [1]. А отсутствие сезонных комиссионных осмотров и несвоевременный ремонт выявленных дефектов и повреждений [2] приводит к небезопасным условиям труда сотрудников предприятия и нарушению бесперебойного производства.

В данной статье рассматриваются результаты обследования здания обогатительной фабрики в городе Новокузнецке, введенного в эксплуатацию в 1982 году.

В ноябре 2020 года здание обследовалось впервые за весь период эксплуатации, и после детального инструментального обследования было установлено, что здание в целом находится в недопустимом состоянии.

Конструктивно можно разделить здание фабрики на три блока (см. рисунок 1):

- блок А (лестничная клетка здания в осях В-Г/1'-1) – бескаркасный с несущими кирпичными стенами.

- блок Б (участок здания в осях А-Г/1-3) – каркасное железобетонное шестиэтажное здание размером в плане 18×12 м. Колонны каркаса - сборные железобетонные. Конструкции покрытия - сборные железобетонные ребри-

стые плиты по стальным стропильным фермам. Стеновое ограждение - керамзитобетонные панели стенового ограждения

- блок В(участок здания в осях А-Г/4-8)– каркасное железобетонное четырехэтажное здание размером в плане 18×24м. Колонны каркаса - сборные железобетонные. Конструкции покрытия - сборные железобетонные ребристые плиты по стальным стропильным фермам. Стеновое ограждение - керамзитобетонные панели стенового ограждения.

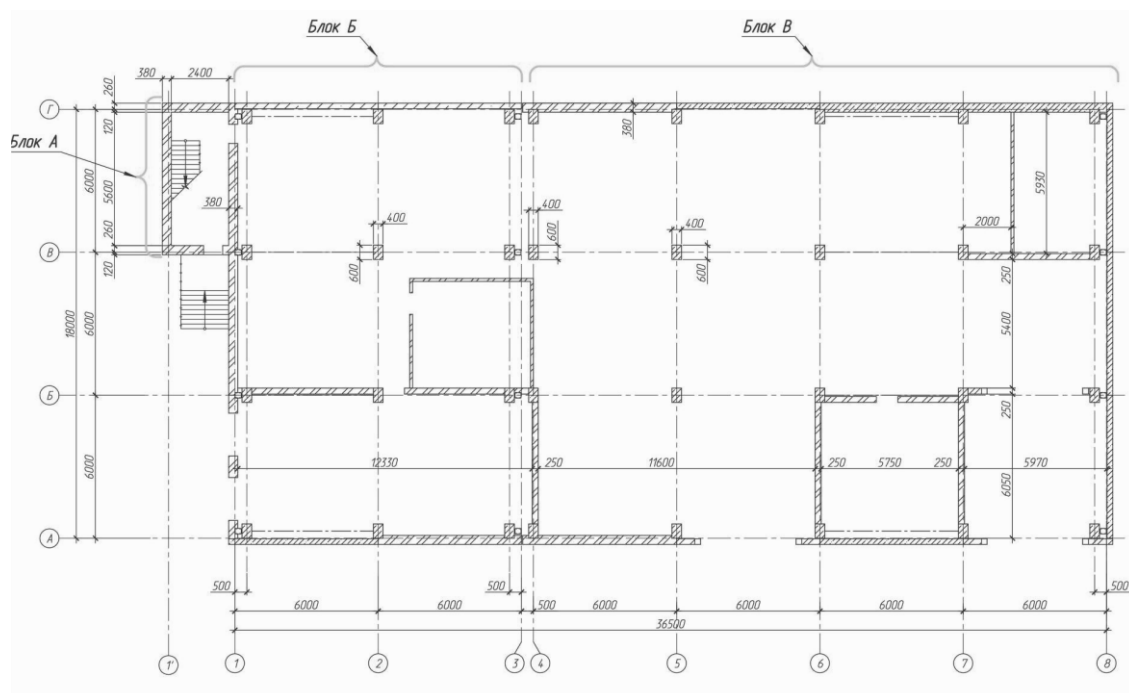


Рисунок 1- План здания обогатительной фабрики на отм. 0,000

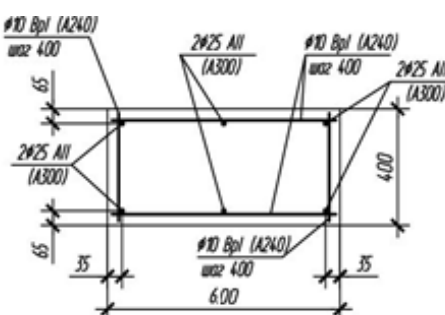
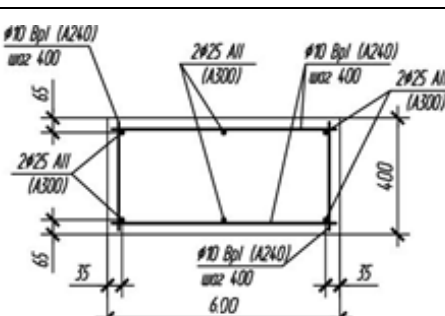
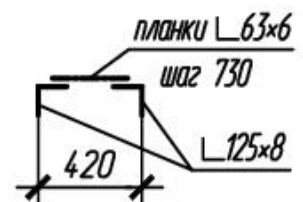
При обследовании были выявлены многочисленные дефекты и повреждения строительных конструкций, при этом установлено, что наиболее поврежденные и находящиеся в недопустимом состоянии элементы здания— это несущие железобетонные и каменные конструкции.

В блоке А выявлены многочисленные трещины и разрушения несущей кирпичной кладки стенового ограждения. В блоке В выявлены повреждения железобетонных колонн каркаса, которые снижают их несущую способность и эксплуатационные характеристики, что было подтверждено поверочными расчетами в программном комплексе «SCADOffice» (результаты поверочных расчетов приведены в таблице 1).

Расчеты выполнены на основное и особое сочетание нагрузок, заложены нагрузки от существующих грузоподъемных сооружений и все нагрузки в соответствии с действующими в настоящее время нормативными документами.

Расчет выполнялся с учетом фактических геометрических характеристик элементов несущих конструкций и их фактическим пространственным положением(пролет, высота), также учитывались прочностные характеристики материалов конструкций.

Таблица 1 – Значения коэффициентов использования несущей способности колонн каркаса

Элемент	Расчётное сечение, материал	Максимальные коэффициенты использования (критический фактор)	
		Основное сочетание	Особое сочетание
Колонны каркаса По осям 4-8, оси ряда А, Г (Блок В)	 <p>Бетон марки М200 (класс В15)</p>	0,789 (прочность по предельному моменту сечения)	1,132 (прочность по предельному моменту сечения)
Колонны каркаса По осям 1-4, оси ряда А, Г (Блок Б)	 <p>Бетон марки М200 (класс В15)</p>	0,621 (прочность по предельному моменту сечения)	0,975 (прочность по предельному моменту сечения)
Связи по колоннам		0,04 (прочность по предельному моменту сечения)	0,47 (прочность по предельному моменту сечения)
		0,14 (гибкость)	

Прочностные характеристики материалов конструкции приняты по результатам полученных измерений прочности бетона и кирпича методами неразрушающего контроля.

На момент обследования существовала опасность для пребывания людей в здании и сохранности оборудования. Для дальнейшей безопасной эксплуатации требовалось произвести работы по усилению или замене поврежденных конструкций по специально разработанным техническим решениям.

Разработка технических решений по усилению поврежденных железобетонных колонн каркаса

В процессе разработки технических решений по усилению строительных конструкций был проведен патентный поиск [3], [4], [5], [6] и изучена научно-техническая литература [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Вариант усиления железобетонных колонн принимался из соображения максимального повышения несущей способности усиливаемой конструкции, экономичности способа усиления, а также длительности и трудоемкости монтажа. Были рассмотрены как традиционные методы усиления (усиления колонн стальными обоймами, методы наращивания сечения, торкретирования рубашек и накладок с добавлением горизонтальной арматуры и хомутов), так и альтернативные методы с применением композитных материалов.

Традиционные методы достаточно изучены и показали свою надежность в процессе эксплуатации. Ещё 1919 г. инженер В. А. Струве впервые применил метод усиления железобетонных колонн обоймой, а в 1933-1935 гг. развитию метода усиления обоймами способствовало изучение А. А. Гвоздева [7]. Но при этом традиционные методы имеют ряд положительных и отрицательных особенностей.

К положительным особенностям можно отнести их надежность, эффективность, для некоторых методов усиления простоту устройства и дешевизну материалов.

К основным отрицательным – относится высокая трудоемкость, существенный прирост нагрузки на существующие конструкции при усилении набетонкой, увеличение поперечного сечения и др.

Развитие же альтернативных методов усиления, основанных на новых материалах, направлено на решение недостатков традиционных методов [10]. Использование композита, в роли усиливающего материала, в этом плане, имеет большие перспективы, о чем говорит имеющийся опыт, особенно за рубежом.

Помимо традиционных методов усиления, металлическими и железобетонными обоймами, рассмотренными ранее, не менее эффективно оказалось использование композитных обойм. По своей работе композитные обоймы схожи со стальными обоймами или обручами. Однако стальные обоймы, в отличие от композита, требуют дополнительных мероприятий для защиты от коррозии, кроме того, металл, при достижении площадки текучести, работает не совместно с бетоном, и при дальнейшем увеличении нагрузки не вступает в работу и не оказывает эффекта усиления. В свою очередь, композитный материал не имеет площадки текучести, следовательно, вплоть до разрушения конструкции, оказывает на бетон постоянно возрастающее радиальное давление, придавая дополнительный эффект усиления [9].

Но применение и внедрение альтернативных методов усиления затруднено по ряду причин:

- во-первых, вышедшие нормы и исследования по усилению железобетонных конструкций композитными материалами в России, показали, что теоретическая часть в области усиления сжатых элементов, имеется ряд не-

достатков (ограничения, предъявляемые в Своде правил [13] к усиливаемым конструкциям; отсутствие экспериментальных данных по усилению конструкций выходящих за пределы этих ограничений; методики расчета построены в основном на иностранных результатах и исследованиях, что требует апробации их в России).

- во-вторых, недостаточная освещенность вопроса применения композиционных материалов. Несмотря на исследования, проведенные еще Советском Союзе (одно из первых исследований было выполнено в 1983 году и было посвящено усилению элементов обоями из композита [8]) и нынешней России, специалисты строительно-монтажных и проектных организаций имеют довольно поверхностное представление о методах усиления композиционными материалами.

- в-третьих, страх или недоверие владельца здания или сооружения к неизвестным ему методам усиления. Эта проблема исходит из предыдущего пункта, неосведомленность о преимуществах альтернативных методов усиления и о существовании таких в принципе, приводит к тому, что данные методы практически не применяются.

Проанализировав результаты экспериментов изложенных в работах [11] и [12], установлено, что для условно центрально сжатых стоек, усиленных углепластиком, наблюдалось увеличение прочности на 53%, а при усилении колонны уголковой обоймой обжатия несущая способность увеличивается на 115 %.

Изучив все преимущества и недостатки вариантов усиления, окончательно было принято решение об использовании традиционного метода усиления стальной обоймой.

Помимо максимального увеличения несущей способности, стальная обойма в данных условиях имеет ряд преимуществ.

Большинство рассмотренных ранее традиционных методов повышают несущую способность путем увеличения поперечного сечения конструкции. Увеличение сечения усиливаемых колонн каркаса невозможно из-за крепления к ним конструкций стенового ограждения.

Метод усиления стальной обоймой по сравнению с другими методами, незначительно увеличивает поперечное сечение колонны и может быть смонтирован без необходимости демонтажа стенового ограждения. Также преимуществом данного варианта усиления является возможность крепления к нему нового стенового ограждения из сэндвич-панелей (рисунки 2 и 3).

Краткое описание принятых технических решений по ремонту, усилению и замене поврежденных конструкций

По результатам обследования установлено, что для дальнейшей безопасной эксплуатации здания обогатительной фабрики требуется выполнить ремонт и усиление поврежденных конструкций.

В соответствии с техническим заданием, утвержденным заказчиком, настоящей рабочей документацией предусмотрено:

- усиление колонн каркаса по осям 3, 4, 5 оси ряда Г с отметки 0,000 до отметки низа стропильных конструкций +20,400.

- демонтаж поврежденной кирпичной кладки в осях Б-В/8(7) между отметками +4,800 и +9,600 с последующим монтажом стеновых сэндвич-панелей;

- демонтаж наружной пожарной лестницы, кирпичной кладки с обетонировкой в осях 4-5/Г между отметками 0,000 и +22,800;

- монтаж стенового ограждения из сэндвич-панелей в осях 4-5/Г между отметками 0,000 и +22,800;

- монтаж двух противопожарных дверей;

- разработка котлована и устройство фундамента под пожарную лестницу;

- монтаж наружной отдельно стоящей металлической пожарной лестницы;

- ремонт кирпичной кладки с отм. +18,600 до отм. +28,200 в осях 1-1'/Г, с отм. +24,000 до отм. +28,200 в осях В-Г/1', 1'-1/В.

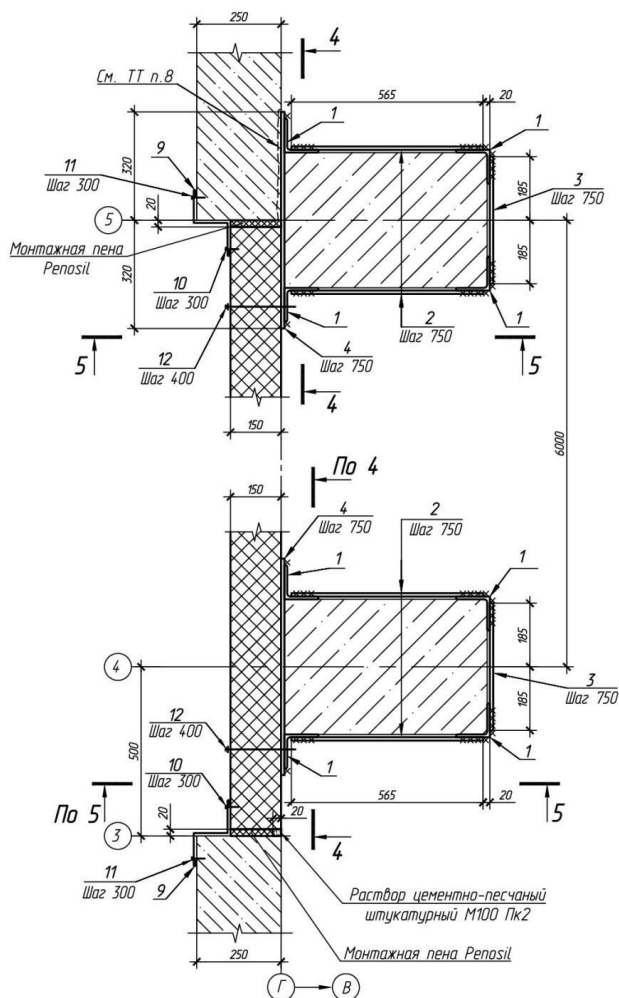


Рисунок 2— Узел усиления колонн каркаса и крепления к стальной обшивке сэндвич-панелей стенового ограждения



Рисунок 3 – Фасад по оси ряда А, оси 4-5. Выполненная замена стенового ограждения на сэндвич-панели

В разделе 2 настоящей записки подобраны наиболее оптимальные методы усиления и ремонта строительных конструкций из соображения повышения надежности и экономичности способа усиления, а также длительности и трудоемкости монтажа.

Рабочая документация выполнена в виде чертежей формата А1 в объеме достаточном для производства строительных и монтажных работ, а также изготовления изделий на заводах строительной индустрии.

Заключение

Все примененные технические решения согласованы заказчиком, сметная и рабочая документация в полном объеме передана для выполнения строительно-монтажных работ.

Библиографический список

1. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014. – 55 с.
2. Поправка И.А., Стакин В.Н., Исаев И.П. Актуальные проблемы обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: труды научно-практической конференции / М-во науки и высш. образования Российской Федерации, Сиб. гос. индустр. ун-т, Архитектурно-строительный институт; под общей редакцией А.Ю. Столбоушкина, Е.А. Алешиной, О.В. Матехиной, Е.А. Благиных, - Новокузнецк, Изд. Центр СибГИУ, 2019. – 352 с. – С. 293-294
3. Пат. 2308581 Российская Федерация, МПК E04G 23/00. Устройство для усиления колонн и их оголовков / Ильин Н.А., заявитель и патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессио-

нального образования "Самарский государственный архитектурно-строительный университет" (СГАСУ). - №2005130599/03, 2005.10.03; заявл. 2005.10.03; опубл. 2007.10.20. – 6 с.

4. Пат. 2339776 Российская Федерация, МПК E04G 23/02 Способ усиления железобетонной колонны / Кумпяк О.Г., Однокопылов Г.И., Дзюба П.В., заявитель и патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Томский государственный архитектурно-строительный университет" (ГОУВПО "ТГАСУ"). - №2007113423/03, 2007.04.10; заявл. 2007.04.10; опубл. 2008.11.27. – 9 с.

5. Пат. 2274719 Российская Федерация, МПК E04G 23/02 Способ усиления железобетонной колонны, утратившей несущую способность/ Нежданов К.К., Туманов В.А., Нежданов А.К., Туманов А.В., заявитель и патентообладатель: Пензенский государственный университет архитектуры и строительства. - №2004116028/03, 2004.05.25; заявл. 2004.05.25; опубл. 2006.04.20 – 7 с.

6. Пат. Российская Федерация, МПК E04G 23/00 Способ установки узла усиления / Князьков В.С., заявитель и патентообладатель: ООО Производственно-коммерческая фирма "ФРИЗ". - №2002128310/03, 2002.10.21; заявл. 2002.10.21; опубл. 2006.08.27 – 7 с.

7. Гвоздев, А.А. Изучение сцепления нового бетона со старым в стыках сборных железобетонных конструкций и рабочих швах [Текст] /А.А. Гвоздев, А.П. Васильев, С.А. Дмитриев / – Москва: Гл.ред.строит.лит, 1936. – 54с.

8. Черкалина Л.А. Экспериментально-теоретическое исследование изгибаемых бетонных и железобетонных элементов в стеклопластиковых обоямах: Дисс. канд. техн. наук – Харьков: 1983 – 173с.

9. Георгиев С.В. ГИБКИЕ ВНЕЦЕНТРЕННО СЖАТЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ СТОЙКИ, УСИЛЕННЫЕ КОМПОЗИТНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ: Дисс. . канд. техн. Наук: 05.23.01: защищена 16.12.2020: утв. 22.04.2021 Приказом №394/нк Министерства науки и высшего образования РФ – Ростов-на-Дону: ФГБОУ ВПО «ДГТУ» 220 – 201 с.

10. Шилин, А.А. Внешнее армирование железобетонных конструкций композитными материалами // Шилин А.А., Пшеничный В.А., Картузов Д.М. / – М.: ОАО «Издательство Стройиздат» - 2007 – 184

11. Костенко А.Н. Прочность и деформативность центрально и внецентренно сжатых кирпичных и железобетонных колонн, усиленных угле и стекловолокном // А.Н. Костенко/ Автореферат.дисс. канд. техн. наук – Москва, 2010 – 26с.

12. Мосин М.В. Оценка эффекта и эффективности усиления металлическими уголковыми обоями усиления железобетонных колонн с возможностью обжатия / М.В. Мосин // Вестник СибАДИ. 2017. выпуск 2 (54). – 286 с. – С. 112-118.

13. Свод правил СП 349.1325800.2017 Конструкции бетонные и железобетонные. Правила ремонта и усиления. - М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации, 2017.

III ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.831

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАННЕ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗОНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ

Агеев Дан.А., Ворсина А.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье представлены мероприятия по сокращению производственных расходов на восстановление горных выработок.

Ключевые слова: консервация, горная выработка, затопление, геологические нарушения, дегазация, восстановление, основное и дополнительное крепление.

В условиях подземной разработки угольных месторождений для повышения безопасности работ, увеличения производительности труда важное значение имеет безремонтное поддержание подготовительных горных выработок. Предавариийное состояние подготовительных выработок и выполнение в них ремонтных работ негативно влияют на работу транспорта, очистных забоев и ухудшают условия проветривания. Деформация крепи имеет место в основном в выработках с продолжительным сроком службы или в зоне влияния геологических нарушений [1, 2], вне и в зоне влияния очистных работ.

Для обоснования эффективных направлений повышения устойчивости подготовительных выработок в зоне геологических нарушений необходим комплексный анализ существующего опыта охраны выработок, оценки условий разработки угольных пластов.

Таким образом, важной задачей является техническое обоснование комплекса мер по безремонтному поддержанию горных выработок в зонах геологических нарушений.

Дизъюнктивные (разрывные) нарушения – один из видов тектонической дислокации, сопровождающийся разрывом пластов горных пород с перемещением разорванных частей относительно друг друга.

В целях обеспечения безремонтного поддержания горных выработок на протяжении всего срока службы необходимо провести анализ отечественного и зарубежного производственного опыта по поддержанию подготовительных выработок в сложных горно-геологических условиях; разработать

программу исследований; произвести оценку горно-геологических и горно-технических условий эксплуатации выработок выемочных участков на угольных шахтах и разработать технологические и технические решения по повышению эффективности проведения, поддержания и ремонта подготовительных выработок в сложных горно-геологических условиях.

В соответствии с регламентом: по восстановлению ранее законсервированных выработок предприятие под руководством главного инженера разрабатывает специальные мероприятия, которые необходимо согласовать с органами ВГСЧ.

Перед вскрытием затопленных выработок силами ВГСЧ производится разведка зоны затопления, должны определяться места возможного прорыва воды, количества и пути движения ее, степени затопления выработок и прежде всего насосных установок, места и степени обрушений и размывов выработок, наличия газов и распространения их по выработкам, интенсивности проветривания и состояния вентиляционных устройств, с тем чтобы к работам по восстановлению и креплению выработок могли быть допущены рабочие и специалисты шахты.

В настоящее время на шахтах Кузбасса применяются следующий порядок восстановления горных выработок после консервации [3,4].

1. Утверждение порядка работы вблизи затопленных выработок.
2. Мероприятие по демонтажу перемычек и проветриванию рабочего пространства силами ВГСЧ;
3. Вскрытие выработки силами ВГСЧ.
4. Откачка воды.
5. Проверка газового режима на предмет максимальных концентраций вредных газов.
6. Зачистка выработки проходческими бригадами.
7. Перекрепка выработки (усиление крепления).

В зависимости от характера деформации крепи выработки и уменьшения ее поперечного сечения различают:

- текущий ремонт - устранение мелких неисправностей к крепи - замена отдельных рам или их элементов, заделка трещин и т.д;

- средний ремонт - замена крепи на отдельных, небольших участках выработки - частичное перекрепление, поддирка почвы без перестилки рельсовых путей;

- капитальный ремонт - полная замена крепи (перекрепление) с увеличением поперечного сечения выработки до размеров, установленных паспортом крепления, на больших участках выработки, а также подрывку почвы с перестилкой рельсовых путей;

- восстановление выработок — ликвидация завалов с уборкой обрушившейся породы.

В таблице приведены средние темпы восстановления горных выработок, планомерно-восстанавливаемых после затопления.

Таблица 1 – Темпы восстановления выработок на шахтах Кузбасса после затопления

Показатели	Ед. изм.	Уклоны	Штреки
Шахта «Распадская»	м/мес	40	105
Шахта «Усковская»	м/мес	52	91
Шахта «Осинниковская»	м/мес	67	112
Шахта «Полосухинская»	м/мес	61	133
Шахта «Антоновская»	м/мес	34	95

Опыт многолетней работы по принятым схемам восстановления выработок выявил ряд недостатков, из которых основными являются:

- сложность, поддержания выработки на границе с выработанным пространством, что предопределяет необходимость выполнения трудоемких, работ по ремонту выработок в течение срока их службы;

- на глубинах более 600 м обостряется вопрос о безремонтном поддержании выработок и применения анкерной крепи в качестве основной;

- наличие только двух подготовительных выработок в пределах выемочного участка, обслуживающих очистной забой, резко ограничивает количество воздуха, которое можно подать на выемочный участок;

- отсутствие межлавных целиков (в выемочных блоках иногда отрабатываются более 10 столбов) при загорании метана приводит к тому, что пламя «уходит» в выработанное пространство и становится недоступным для активного тушения.

Ремонт горных выработок – комплекс технических мероприятий, направленных на восстановление эксплуатационного состояния горных выработок.

Изучив характеристики условий отработки угольных пластов средней мощности можно сделать следующие выводы.

В связи с высокой трещиноватостью углепородного массива, устанавливаемая в штреках крепь должна обеспечивать сохранность и устойчивость выработок.

С увеличением глубины разработки ожидается проблема пучения почвы подготовительных выработок.

Повышение устойчивости подготовительных выработок может быть достигнуто путем рационального их расположения, выбора способа охраны и поддержания выработок, обеспечивающих минимальные затраты на их ремонт.

Разработка технологических и технических решений по повышению эффективности схем ремонта и восстановления выработок в зонах влияния дизъюнктивных нарушений.

1. Организация работ по восстановлению выработок.
2. Технология ведения восстановительных работ.
3. Мероприятия по обеспечению безопасных условий труда.

Проведённый анализ поддержания выработок в зоне геологических

нарушений и восстановления выработок в условиях угольных шахт показал, что восстановительные работы являются крайне важным, трудоёмким и трудно прогнозируемым видом работ на любой угольной шахте [5,6].

На рисунке 1 представлена рекомендуемая технологическая схема ведения восстановительных работ на угольных шахтах.

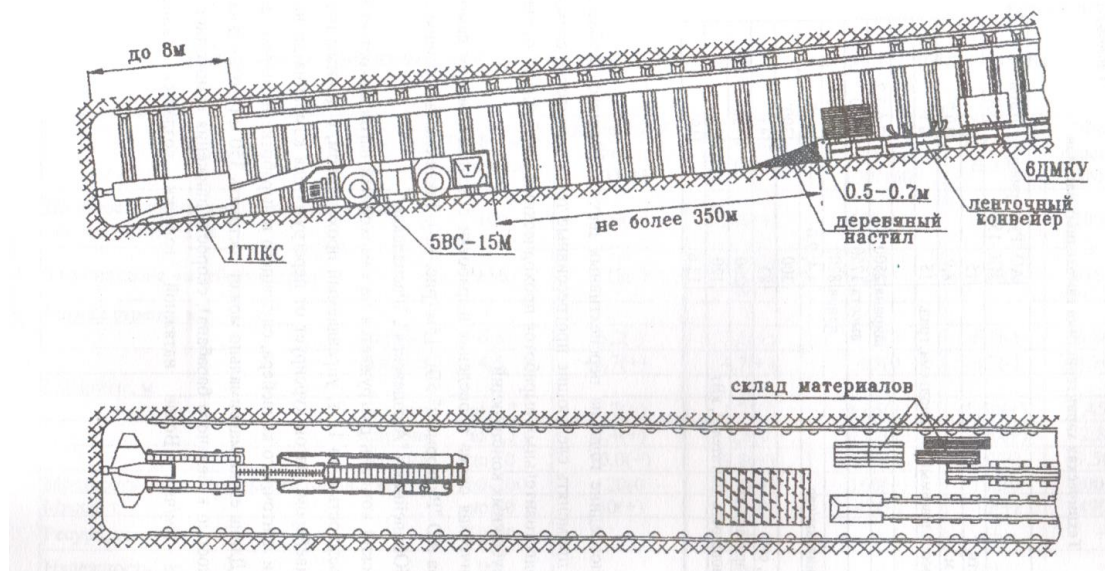


Рисунок 1 – Восстановление выработки с использованием самоходного вагона и ленточного телескопического конвейера

Целесообразность временной консервации выработок и последующие восстановительные работы необходимо планировать заблаговременно и вносить в специальный раздел плана развития горных работ на планируемый период (до 1 года). Для зачистки выработок с небольшим объемом горной массы рекомендуется применять проходческие комбайны избирательного действия типа КП-21. Усиление крепи восстановленных выработок производить анкерной крепью с применением самоходных гидравлических установок. Отгрузку горной массы с зачистки производить в самоходные вагоны и транспортировать до перегруза на быстромонтируемые ленточные конвейера ЛТ-80.

Если в ходе разведки планируемых объемов восстановительных работ фактических «непроходных» перевалов общей протяженностью более 30%, требуется разработать мероприятия по безопасному проведению параллельной выработки. Перерасчет необходимого минимального сечения вновь проводимой выработки определять с учетом остаточного сечения ранее пройденной выработки.

Рекомендуемые к применению технологические схемы восстановления горных выработок и технические средства позволят сократить сроки ремонта выработок и обеспечивают ввод в эксплуатацию выемочных участков в запланированные сроки. Время, отведённое на восстановительные работы становится прогнозируемым, что снижает риски, связанные со срывом сроков

выполнения намеченных работ по запуску выемочных участков в эксплуатацию.

Библиографический список

1. Исследование устойчивости подготовительных горных выработок / В.А. Волошин, С.В. Риб, М.А. Денисов, Е.В. Черешнева, В.С. Риб // Вестник СибГИУ. - 2016. - № 4 (18). - С. 27-31.

2. Исследование влияния дизъюнктивных нарушений на состояние массива горных пород в окрестности подготовительной выработки / В.В. Басов, С.В. Риб, А.М. Никитина // Вестник СибГИУ: сб. науч. ст. - Новокузнецк, 2016. - № 1 (15). С. 17-20.

3. Артемьев В. Б. Альтернативные технологии проведения, поддержания и ремонта горных выработок в условиях ОАО «СУЭК-Кузбасс» / В. Б. Артемьев, А. К. Логинов, Е. П. Ютяев, М. Г. Лупий, С.В. Ясученя, В. Н. Демур // Уголь. 2010. – № 6. – С. 20-23.

4. Карпов Г.Н. Технологии подготовительных и ремонтных работ при разработке пологих угольных пластов с неустойчивыми породами кровли / Г.Н. Карпов // Записки Горного института. - 2012. - № 195. - С. 106-110.

5. Риб С.В., Фрянов В.Н., Зиганшин А.Г., Петров А.С., Борзых Д.М., Никитина А.М. Применение инновационных технических средств для корректировки существующей методики выбора параметров анкерной крепи горных выработок // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. - № 3. - С. 354 -360.

6. Разумов Е. А. Опыт применения двухуровневой анкерной крепи в горных выработках угольных шахт / Е. А. Разумов, С. В. Гургуров, Д. Ф. Зяйтдинов, П. В. Гречишкин, А. С. Позолотин // Уголь. – 2013. – №5. – С. 53-56.

УДК 504.4:669.18

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕКИ ТОМЬ Г. НОВОКУЗНЕЦКА

Агеев Д.А., Ворсина А.М.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассмотрена проблема загрязнения реки Томь в городе Новокузнецке. Представлены сведения о крупных предприятиях, выбросы которых оказывают неблагоприятное влияние на окружающую среду города, представлен анализ качества воды реки Томь за период 2014-2021 годы, пробы отобраны в 1 км выше города (Драгунский водозабор), в черте города (водпост), а также 30 км ниже города (с. Славино). А также представлены

сведения об объемах валовых сбросов загрязняющих веществ (без сухого остатка) предприятий, которые вносят наибольший вклад в загрязнение поверхностных водоемов за период 2014-2021гг. Результаты исследования представлены в виде таблицы и диаграммы.

Ключевые слова: окружающая среда, качество воды, влияние на окружающую среду, загрязнения, влияние промышленных предприятий.

Город Новокузнецк – это промышленный центр Кемеровской области с крупными предприятиями черной и цветной металлургии, горной промышленности, теплоэнергетики. Новокузнецк расположен в бассейне реки Томь – основной водной артерии Кемеровской области. В настоящее время в черте города и за ее пределами находятся около 40 промышленных предприятий, которые пагубно влияют на окружающую среду. Основные предприятия, которые вносят наибольший вклад в загрязнение реки Томь: ООО «Водоканал», АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (ЗСМК), АО «ЕВРАЗ ЗСМК» («НКМК»), ООО «Шахта «Абашевская», АО «Кузнецкая ТЭЦ», АО «Завод Универсал», АО «Кузнецкие ферросплавы». С целью выявления влияния промышленных предприятий на показатели качества воды в реке Томь было проведено исследование [1-4].

Пробы воды из реки Томь были отобраны на трех участках в течение нескольких лет: 1 км выше города (Драгунский водозабор), в черте города (водпост), а также 30 км ниже города (с. Славино). Точки отбора проб представлены на рисунке 1.

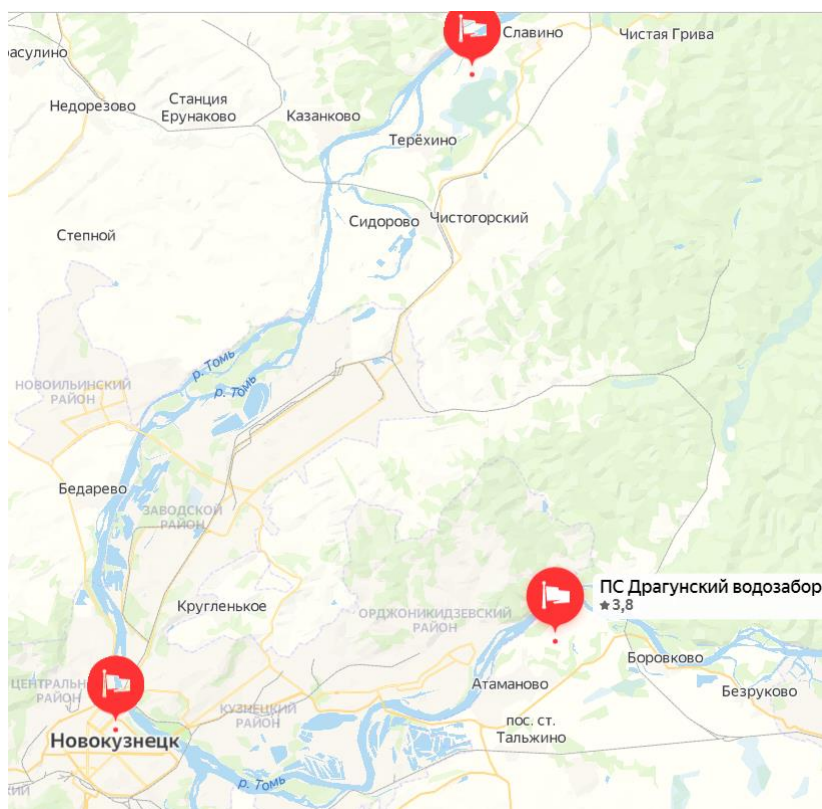


Рисунок 1 – Карта с указанными участками отбора проб воды

В таблице 1 представлен анализ качества воды за период 2012-2020 годы. Результаты анализа качества речной воды, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что характерными загрязняющими веществами реки Томь в городе Новокузнецке являются нефтепродукты, фенолы летучие, соединения азота, железа, цинка, марганца, меди, взвешенные вещества, органические соединения по показателям ХПК и БПК₅.

Таблица 1– Результаты химического состава речной воды [1]

Водный объект, пункт, створ	Год	Раствор. к	ХПК	БПК ₅	Азот аммонийный	Азот нитритный	Фенол	Нефтепродукты	Цинк	Медь	Марганец	Железо общее	Взвеш. веществ.
		ислород											
		Предельно допустимые концентрации, мг/л (*мкг/л)											
		6,0-4,0	15,00	2,00	0,40	0,02	0,001	0,05	10,00	1,00	10,00	0,10	
р. Томь, г. Новокузнецк 1 км выше города (Драгунский водозабор)	2014	10,2		1,49	0,2	0,012	0,002	0,05	0,9	0,7	21,9	0,19	13,3
	2015	9,8		1,41	0,3	0,011	0,002	0,05	1,3	1	14,4	0,31	10,1
	2016	9,77		1,33	0,25	0,011	0,002	0,05	0,3	0,9	23,4	0,22	12,3
	2017	10,2		1,36	0,15	0,011	0,003	0,07	0,3	0,4	10,9	0,23	16,1
	2018	10,3	7,7	0,94	0,18	0,011	0,003	0,08	0,3	0	6,6	0,24	22,3
	2019	11	12,9	1,53	0,17	0,013	0,001	0,08	0	0	13,1	0,24	29
	2020	9,82	8,55	1,38	0,14	0,012	0,002	0,03	0,1	0	21,1	0,19	34,4
2021	9,69	7,9	1,27	0,13	0,012	0,002	0,03	0,1	0	19,6	0,18	32,3	
р. Томь, г. Новокузнецк в черте города (водпост)	2014	10,8		1,64	0,22	0,012	0,001	0,03	1,3	0	12,3	0,17	11,6
	2015	11		1,72	0,29	0,012	0,002	0,03	0,7	0,9	11,4	0,3	16,1
	2016	10,6		1,77	0,23	0,012	0,002	0,06	0,1	2,3	14,9	0,24	7,3
	2017	11,2		1,9	0,16	0,012	0,002	0,06	0	0,3	11,3	0,19	15,4
	2018	11,1	10,6	0,98	0,19	0,011	0,002	0,06	0	0	8,6	0,19	17,3
	2019	11,1	10,2	1,52	0,16	0,012	0,001	0,05	0,3	0	24	0,18	32,2
	2020	10,5	11,3	1,3	0,15	0,012	0,002	0,03	0,3	0,1	6,9	0,19	16
2021	10	11	1,22	0,15	0,012	0,002	0,03	0,3	0,1	7,2	0,18	15	
р. Томь, г. Новокузнецк 30 км ниже города	2014	10,5		2,06	1,17	0,052	0,002	0,04	0,7	0,1	35,4	0,18	16,9
	2015	10,9		2,24	1,05	0,048	0,003	0,05	1,1	0,1	17,4	0,27	18,9
	2016	10,8		2,48	1,04	0,055	0,003	0,06	0,6	1	18,9	0,26	19,5
	2017	11,3		2,42	0,57	0,032	0,003	0,08	0,1	0,1	15,1	0,22	16,5
	2018	11,1	10,4	1,37	0,92	0,041	0,004	0,06	0	0	17,3	0,22	18,6
	2019	11	13,2	1,26	0,78	0,067	0,001	0,07	0,4	0	18,7	0,21	21,5
	2020	10,8	12,9	1,25	0,24	0,021	0,002	0,04	0,1	0	11,9	0,21	22,2
2021	10,2	12	1,23	0,22	0,018	0,001	0,04	0,1	0	11	0,2	21,7	

Проведенный анализ источников загрязнения показал, что Реку Томь и ее притоки загрязняют сточные воды предприятий горнодобывающей, металлургической, коксохимической, химической, деревообрабатывающей промышленности, агропромышленного комплекса и коммунального хозяйства.

По сравнению с 2019 годом качество воды в Томи в створах контроля выше города (Драгунский водозабор) и в черте Новокузнецка на сегодняшний день улучшилось. Вода характеризуется как «слабо загрязненная», класс качества 2. Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды вносят фенолы летучие, железо. В створах выше города (Драгунский водозабор) и в черте Новокузнецка превысили ПДК среднегодовые концентрации фенолов в 2 раза, железа почти в 2 раза. В створе ниже г. Новокузнецка (с. Славино) качество воды улучшилось. В 2021 году вода соответствует классу 3 «А», «загрязненная» (в 2019 году вода была «очень загрязненная», класс качества 3 «Б»). Наибольшую долю в общую оценку степени загрязненности воды в створе ниже г. Новокузнецка (с. Славино) вносят фенолы летучие, азот нитритный, железо общее. В этом створе превысили ПДК среднегодо-

вые концентрации: фенолов летучих в 2 раза; азота нитритного в 1,1 раза; железа в 2,1 раза; марганца в 1,2 раза. В створе ниже г. Новокузнецка (с. Славино) зарегистрированы максимальные концентрации: органических соединений по показателю ХПК – 2,2 ПДК; азота аммонийного – 2,5 ПДК; азота нитритного – 2,8 ПДК; фенолов – 7 ПДК; нефтепродуктов – 2,4 ПДК; марганца – 2 ПДК; железа общего – 5,4 ПДК.

Для сравнения показателей качества речной воды, отобранной в 1 км выше города (Драгунский водозабор), в черте города (водпост), а также 30 км ниже города (с. Славино), данные из таблицы 1 представлены в форме диаграмм.

Содержание растворимых кислот в речной воде в нашем эксперименте (рисунок 2) во всех пробах в пределах от 9,69 до 10,2 ед. Показатели растворимых кислот в воде реки Томь в 2 раза превышают предельно допустимую норму (ПДК). Содержание химического потребления кислорода (ХПК) во всех пробах в пределах от 7,9 до 12 и не превышают ПДК. Содержание марганца колеблется от 7,2 до 19,6 и превышает ПДК на двух пунктах отбора проб (в пределах города (водпост) и в селе Славино). Концентрация взвешенных веществ в воде реки Томь находится в пределах от 15 до 32,3 ед.

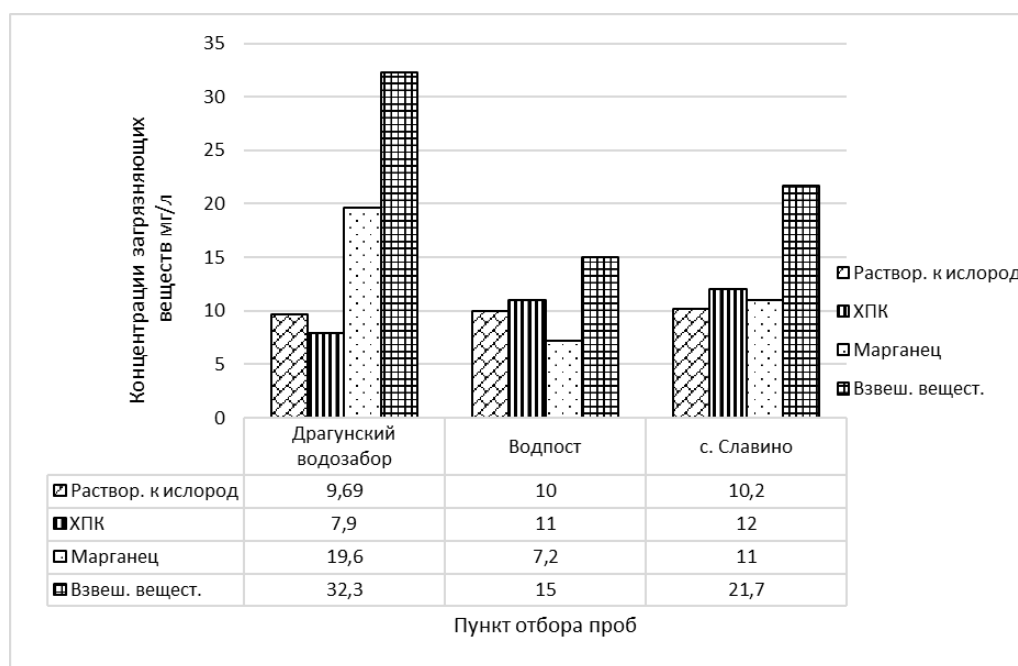


Рисунок 2 – Содержание концентраций в речной воде

Содержание азота нитритного в речной воде (рисунок 3) во всех пробах в пределах от 0,012 до 0,018 ед. Показатели азота нитритного в воде реки Томь не превышают предельно допустимую норму (ПДК). Содержание фенола во всех пробах в пределах от 0,001 до 0,002 и превышают ПДК в 2 раза в точках отбора проб: Драгунский водозабор и водпост. Содержание нефтепродуктов колеблется от 0,03 до 0,04 и не превышает ПДК. Концентрация меди в воде реки Томь находится в пределах от 0 до 0,1 ед.

Содержание биологического потребления кислорода (БПК₅) в речной воде (рисунок 4) во всех пробах в пределах от 1,22 до 1,27 ед. Содержание азота аммонийного во всех пробах в пределах от 0,13 до 0,22, цинка от 0,1 до 0,3 и железо общее от 0,18 до 0,2 ед.

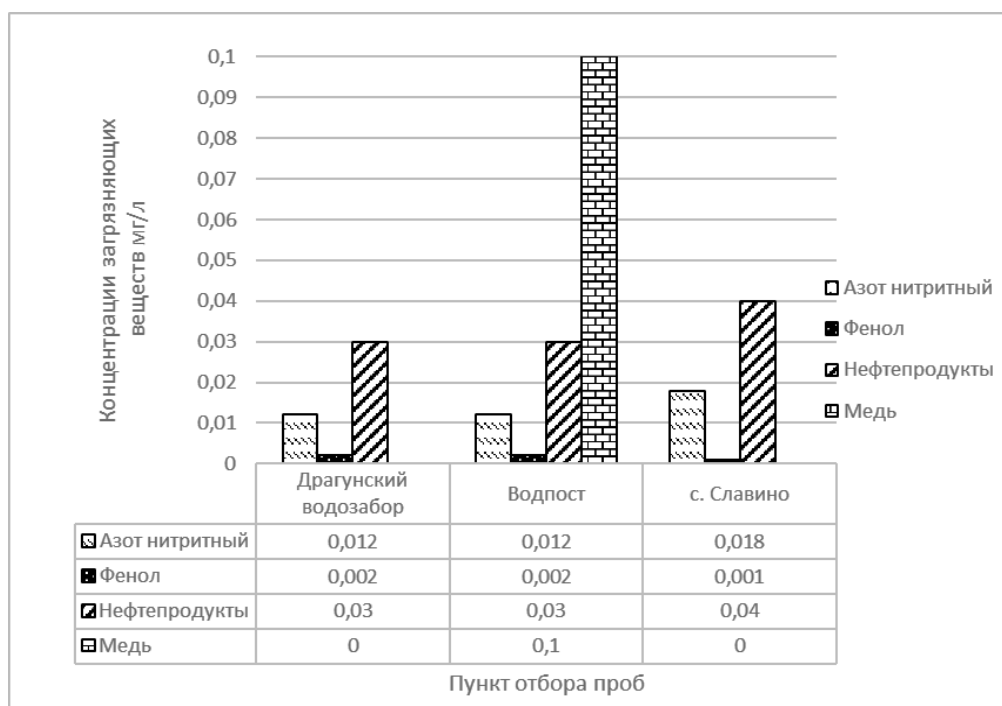


Рисунок 3 – Содержание концентраций в речной воде

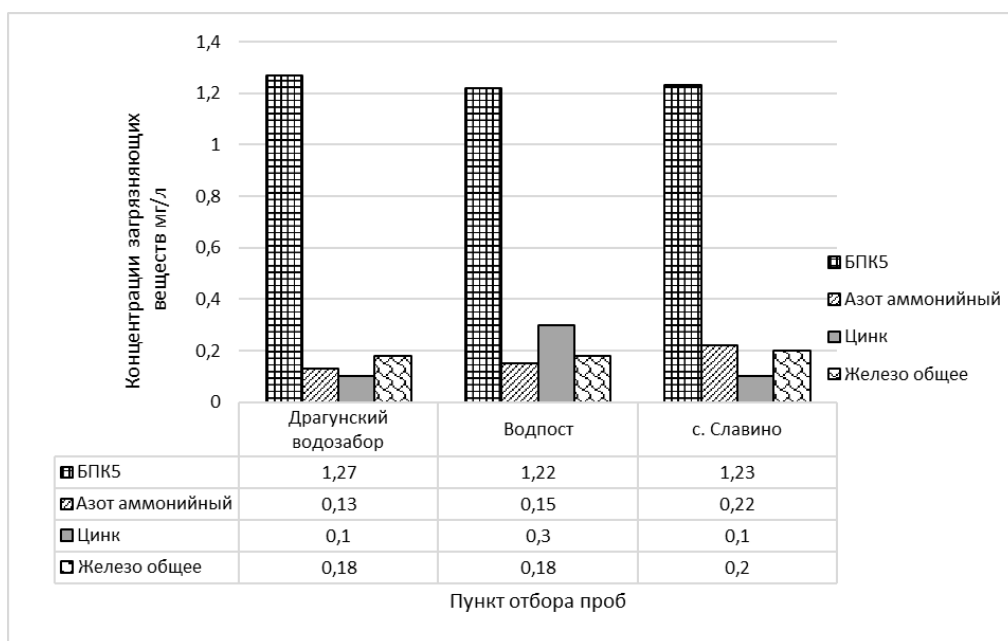


Рисунок 4 – Содержание концентраций в речной воде

Показатели азота аммонийного, БПК₅ и концентрация цинка в воде реки Томь не превышают предельно допустимую норму (ПДК). А содержание железа общего превышает ПДК в 2 раза.

Таким образом, мы пришли к выводу, что предприятия на территории города Новокузнецка и за его пределами пагубно влияют на окружающую среду. В данном случае влияние промышленных предприятий в пределах и за пределами города на качество воды в реке Томь.

С целью сокращения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, рекомендуется промышленным предприятиям осуществлять комплекс мероприятий по охране недр и окружающей среды, и они должны быть направлены на:

- создание и внедрение малоотходных и безотходных технологий;
- тушение горящих породных отвалов и предупреждение их самовозгорания;
- создание новейших очистных сооружений и внедрение их на всех предприятиях.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2020 году. [Электронный ресурс]: режим доступа: file:///C:/Users/dmitr/Desktop/1/doklad_2020.pdf

2. Доклад о состоянии и охране окружающей среды города Новокузнецка за 2018 год. [Электронный ресурс]: режим доступа: <file:///C:/Users/dmitr/Desktop/1/%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%93%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%202018.pdf>

3. Исследование качества воды города Новокузнецка / Павелко Т.С., Кузнецова Е.А., Горбунова А.Р., Павлов Д.С. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 июня 2018 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2018. – Вып. 22. – Ч. 2 : Естественные и технические науки. – С. 340-344. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

4. Исследование качества водных объектов и снежного покрова города Новокузнецка / Н. В. Шарипова, Я. А. Богданова // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 14-16 мая 2019 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 4. Естественные и технические науки. – С. 356-362. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ

Агеев Д.А., Ворсина А.М., Агеев Дан.А.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассмотрена проблема загрязнения атмосферного воздуха в городе Новокузнецке. Представлены сведения о крупных предприятиях, выбросы которых оказывают неблагоприятное влияние на окружающую среду города, представлены сведения о среднегодовых концентрациях уровня атмосферного воздуха за период 2016-2021 годы, пробы отобраны на восьми стационарных постах города Новокузнецка.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение атмосферного воздуха, влияние на окружающую среду, неблагоприятное влияние на окружающую среду, влияние промышленных предприятий.

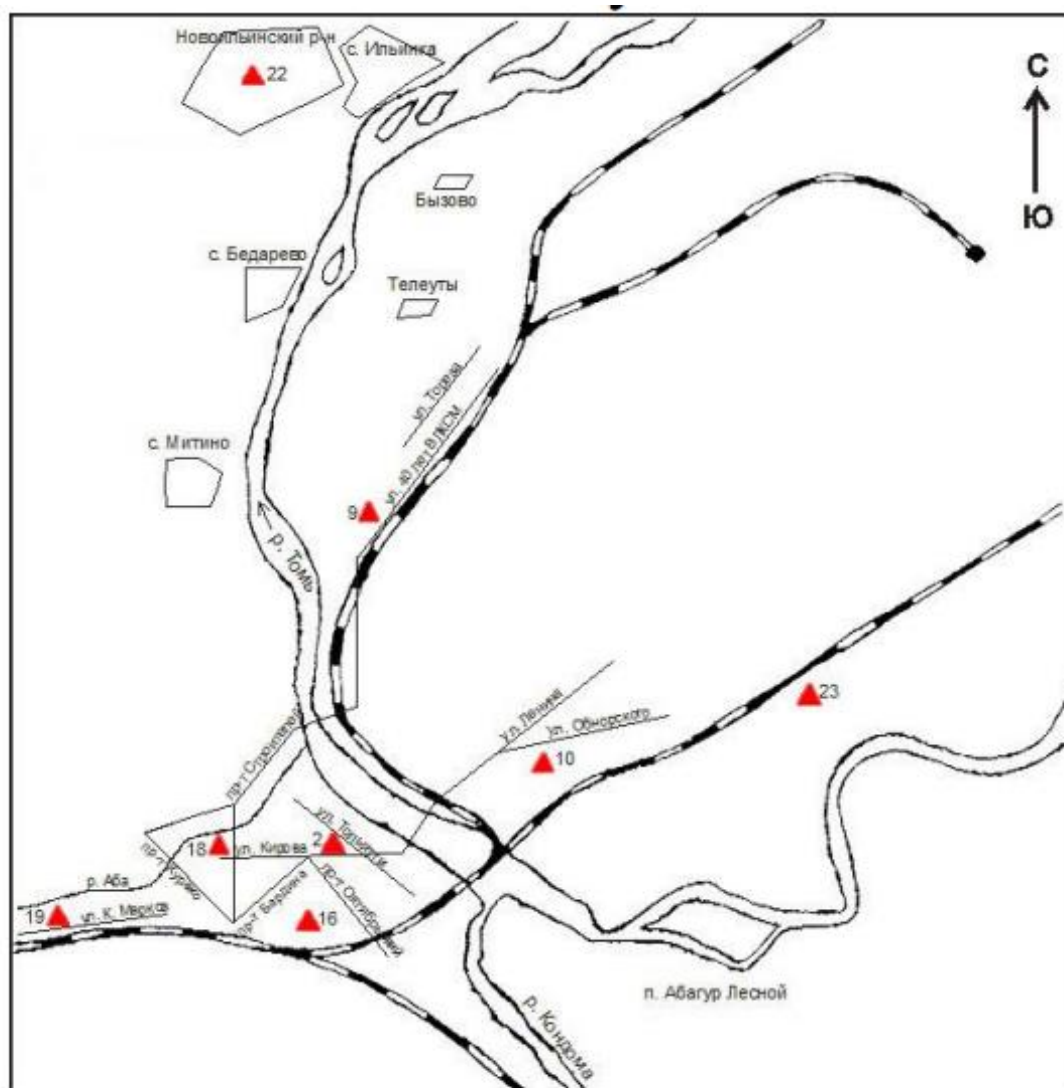
Сегодня Новокузнецк является крупнейшим промышленным центром Западной Сибири с ярко выраженной специализацией – металлургическое производство, добыча угля, промышленное и гражданское строительство. На территории Новокузнецка функционируют промышленные предприятия различных форм собственности, из них одни из ведущих и крупнейших в своих отраслях – АО «ЕВРАЗ ЗСМК», АО «РУСАЛ», АО «Кузнецкие ферросплавы». Высокий промышленный потенциал города имеет обратную сторону – напряженную экологическую ситуацию. Проведено исследование с целью выявления влияния промышленных предприятий на показатели качества атмосферного воздуха [1-4].

Атмосферный воздух города исследовался на содержание аммиака, бензапирена, взвешенных веществ, водорода фтористого, водорода цианистого, диоксида и оксида азота, диоксида серы, металлов, оксида углерода, углерода (сажи), сероводорода, фенола и формальдегида. Наблюдательная государственная сеть в Новокузнецке включает в себя 8 стационарных постов наблюдения. Местонахождение стационарных постов указаны на рисунке 1.

По данным наблюдений в 2020-2021 годах в городе Новокузнецке уровень загрязнения атмосферного воздуха снизился по сравнению с 2016-2019 годами. Количество проб атмосферного воздуха с превышением ПДК загрязняющих веществ представлены в таблице 1. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в г. Новокузнецке в долях ПДК, представлены в таблице 2.

Наибольшее количество проб с превышением ПДК отмечено по водороду фтористому – 478, наименьшее – по диоксиду азота и оксиду азота.

В целом по г. Новокузнецку среднегодовые концентрации по всем загрязняющим веществам, кроме бензапирена, не превысили 1 ПДК.



- 2 – Центральный район (ул. Тольятти, 29)
- 9 – Заводской район (ул. Тореза, 61)
- 10 – Кузнецкий район (ул. Обнорского, 36)
- 16 – Центральный район (ул. Кутузова, 43)
- 18 – Центральный район (ул. Кирова, 7)
- 19 – Куйбышевский район (ул. К. Маркса, 20)
- 22 – Новоильинский район (ул. Новоселов, 15)
- 23 – Орджоникидзевский район (ул. Шахтеров, 2)

Рисунок 1 – Наблюдательная государственная сеть в городе Новокузнецке

Для сравнения показателей изменения среднегодовых концентраций основных примесей в городе Новокузнецке в долях ПДК, данные из таблицы 2 представлены в форме диаграмм.

В 2018 году наблюдается повышение доли ПДК бензапирена в 1,5 раз. С 2019 года наблюдается тенденция к снижению среднегодовой концентра-

ции бензапирена, по сравнению с прошлым годом концентрация уменьшилась в 1,7 раза. В течение года зарегистрировано 3 высоких среднемесячных концентрации бензапирена, превышающих ПДК более чем в 10 раз.

Таблица 1– Количество проб атмосферного воздуха с превышением ПДК загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Количество проб	Количество проб с превышением ПДК
всего, в том числе:	40315	696
водород фтористый	6087	478
оксид углерода	4640	91
взвешенные вещества	6960	66
формальдегид	5226	46
фенол	5221	9
сероводород	1741	4
диоксид азота	6960	1
оксид азота	3480	1

По сравнению с прошлым 2020 годом среднегодовая концентрация водорода фтористого не изменилась. Максимальная из разовых концентраций – 4,4 ПДК.

Таблица 2 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в г. Новокузнецке в долях ПДК

Наименование загрязняющего вещества	Год					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
бензапирен	6,9	6,0	6,8	5,8	3,5	3,8
водород фтористый	0,5	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9
взвешенные вещества	0,8	0,9	1,0	1,0	0,7	0,6
аммиак	1,1	0,4	0,4	0,6	0,7	0,7
диоксид азота	0,8	0,8	0,6	0,7	0,6	0,6
формальдегид	0,5	0,5	0,6	0,7	0,5	0,5
оксид углерода	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,5
фенол	0,5	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2
оксид азота	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
диоксид серы	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
углерод (сажа)	0,5	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1

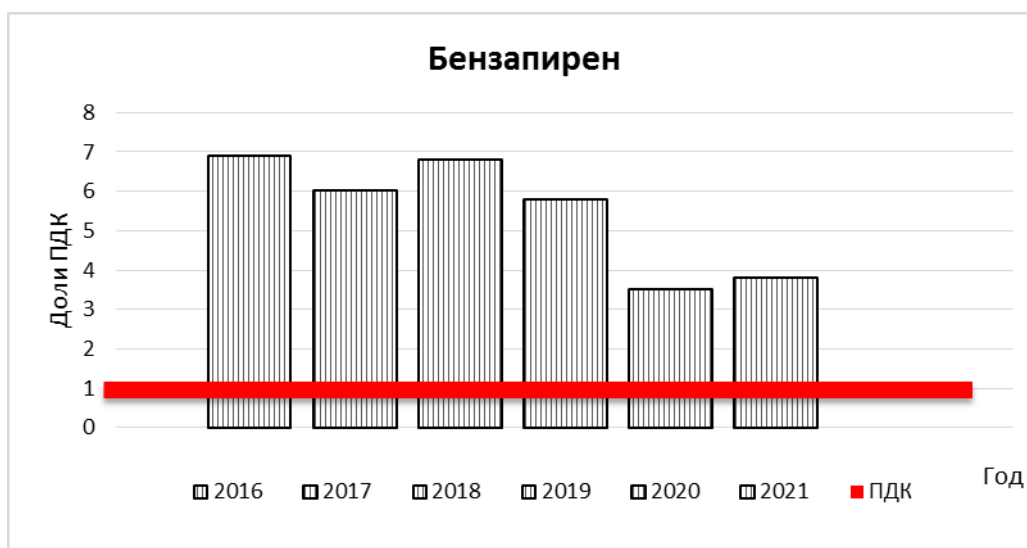


Рисунок 2 – Содержание бензапирена в атмосферном воздухе

Средняя за год концентрация взвешенных веществ снизилась в 1,4 раза до 0,7 ПДК. Среднегодовые концентрации формальдегида и фенола по сравнению с 2019 годом уменьшились незначительно. Максимальные из разовых концентрации составили: 4,2 ПДК, 2,7 ПДК и 1,7 ПДК соответственно. Среднегодовая концентрация диоксида азота по сравнению с предыдущим годом уменьшилась с 0,7 ПДК до 0,6 ПДК; оксида азота – оставалась на неизменном уровне последние пять лет (0,2 ПДК).



Рисунок 3 – Содержание водорода фтористого в атмосферном воздухе

Средние за год концентрации диоксида серы и углерода (0,1 ПДК) сохранялись на одном уровне в течение трех последних лет. Максимальные из разовых концентрации углерода (сажи) и диоксида серы не превысили установленные ПДК в городе.

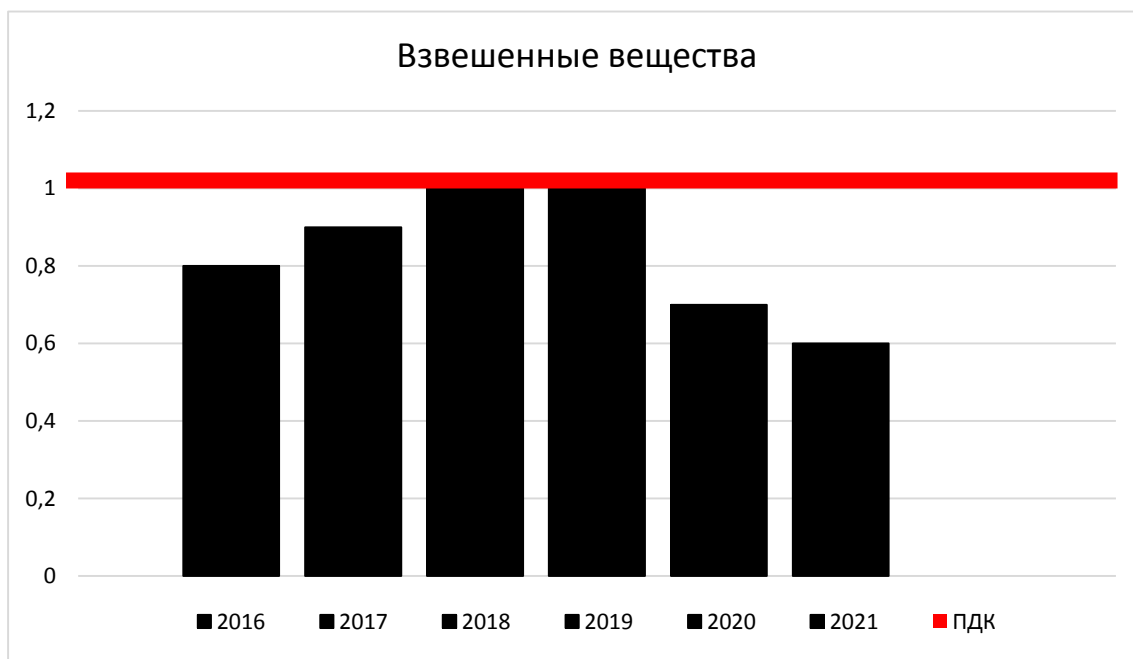


Рисунок 4 – Содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе

За шестилетний период (2016-2021 гг.) среднегодовая концентрация бензапирена снизилась в 2 раза, водорода фтористого – увеличилась в 1,8 раза; взвешенных веществ – варьировалась в пределах 0,7-1,0 ПДК.

Предприятия на территории города Новокузнецка и за его пределами пагубно влияют на окружающую среду. Для сравнения показателей общих валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу данные представлены в виде графика (рисунок 5).

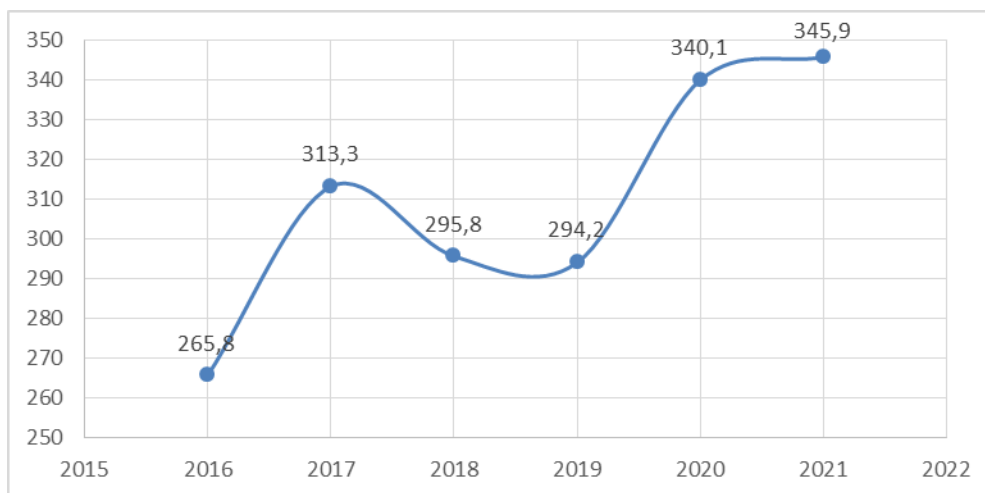


Рисунок 5 – Изменение общих валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Из графика (рисунок 5) видно, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от деятельности производственных предприятий растут.

Предприятиям следует сократить объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, для этого рекомендуется промышленным предприятиям

осуществлять следующий комплекс мероприятий:

- мероприятия по переводу общественного транспорта на газомоторное топливо;
- строительство сетей газоснабжения для подключения жилых домов частного сектора;
- создание новейших очистных сооружений и внедрение их на всех предприятиях;
- модернизация системы мониторинга.

Библиографический список

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области – Кузбасса в 2020 году. [Электронный ресурс]: режим доступа: file:///C:/Users/dmitr/Desktop/1/doklad_2020.pdf

2. Новокузнецк – мегаполис с непростой экологической ситуацией. [Электронный ресурс]: режим доступа: <https://greenologia.ru/eko-problemy/goroda/novokuzneck.html>

3. Анализ основных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при добыче угля открытым способом / Гилева Е.Н. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 12-14 мая 2021 г. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. 1: Естественные и технические науки. – С. 228-231. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

4. Анализ основных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при производственной деятельности угольной шахты / Гилева Е.Н. // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 12-14 мая 2021 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2021. – Вып. 25. – Ч. 1: Естественные и технические науки. – С. 228-231. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 622.831.325.3:658.567.1

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КУЗБАССА

Альвинский Я.А., Борzych Д.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

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

В данной статье приведен анализ причин изменения климата, представлены примеры использования источников энергии, а также рациональное использование углеводородов.

Ключевые слова: метан, выбросы, парниковый эффект, Кузнецкий угольный бассейн, получение тепловой энергии, сжигание метана, экономический эффект, рациональное использование.

В настоящее время действующая модель энергопотребления основана на возрастании энтропии, что приводит к необратимым изменениям мировой экосистемы. Изменение климата уже сегодня приводит к многочисленным случаям экстремальной погоды. Согласно прогнозам ученых, в ближайшие десятилетия климатические изменения будут нарастать во всех регионах планеты, в частности, будут увеличиваться периоды длительной жары, и сокращаться холодные сезоны.

В целях борьбы с изменением климата и его негативными последствиями 197 стран приняли Парижское соглашение на Конференции по изменению климата в Париже 12 декабря 2015 года. Это соглашение направлено на существенное сокращение глобальных выбросов парниковых газов и ограничение повышения глобальной температуры в XXI веке до 2 градусов Цельсия [1].

Парниковый эффект главная причина глобального потепления и таяния ледников, которыми обеспокоена мировая общественность. Парниковый эффект образуют углеродосодержащие газы, такие как CO_2 , который привлекал максимум внимания экологов до недавнего времени. Последние исследования показали, что диоксид углерода не самый опасный из парниковых газов. Исследования американских ученых показали [1,3], что более эффективный в теплоудержании парниковый газ – CH_4 , более известный всем как «метан», способный удерживать до 30 раз больше тепла в атмосфере. Жизнедеятельность человека приводит к увеличению выбросов метана в атмосферу.

Огромные выбросы метана происходят при ведении горных работ по добыче угля и нефти, где данный углеводород является попутным, но довольно усложняющим добычные работы и промысел, полезным ископаемым, что отражено на рисунке 1.

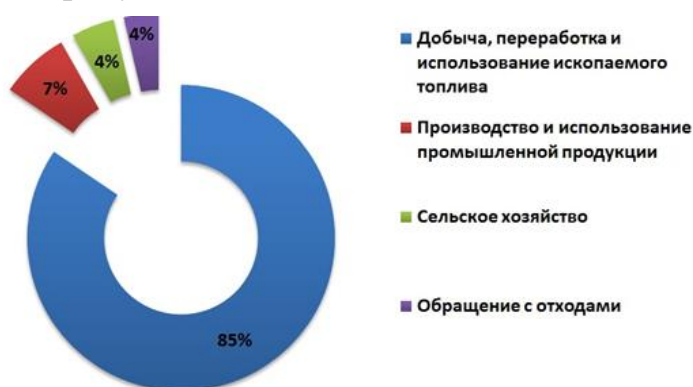


Рисунок 1 - Структура выбросов парниковых газов России, %

Например, на нефтяных платформах проблему метана решают методом факельного выжигания, представленном рисунке 2.

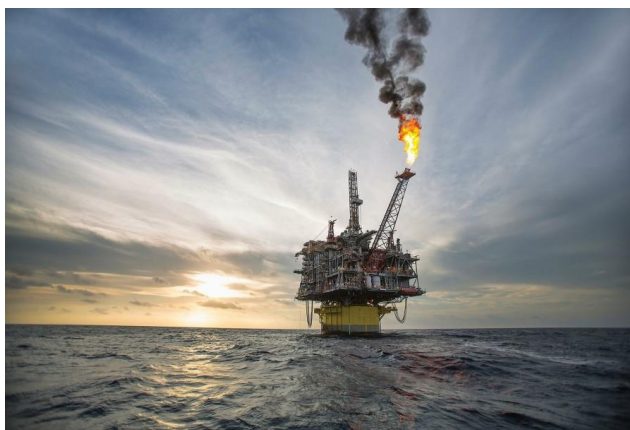


Рисунок 2 – Факельное выжигание метана на нефтяных платформах [2]

На данный момент происходит четвертый энергетический переход, предусматривающий снижение энтропии за счет аккумуляирования рассеянной энергии и локализации продуктов ее производства. В мире реализуются крупные проекты по развитию возобновляемой энергетики (ВИЭ), производства, транспортировки и использования водорода в качестве топлива для различных видов транспорта, производства «зеленого» углеводородного топлива, газификации жилого фонда. Япония, Германия, США, Китай и ряд других стран приняли «Зеленые» энергетические стратегии, смысл которых ясно изложен в Энергетической стратегии Европы [1].

В связи с этим, в работе предлагается улавливание и сжигание метана на угольных шахтах Кузбасса, с целью получения тепловой энергии. Так, например, на угольных шахтах исходящая струя выбрасывает в атмосферу газ метан, который может быть переработан для получения тепловой энергии путем сжигания, создавая выбросы экологически более чистого CO_2 , менее опасного, чем CH_4 .

Получение тепла за счет установки газовых калориферов, сжигающих метан из исходящей струи вентиляции, позволит снизить затраты электроэнергии на отопление, как поверхностного комплекса зданий и сооружений, так и нагрева свежей струи при вентиляции выработок в сезон отрицательных температур. Графическая схема метода представлена на рисунке 3.

При сжигании 1 м^3 природного газа можно получить до 7кВт тепловой энергии, что можно сравнить с получением тепла из электроэнергии, где на 1кВт требуется 1,03 кВт электроэнергии, данное число может изменяться в большую сторону в зависимости от КПД калориферов. Также нельзя не обратить внимание на то, что на производство 1 кВт электроэнергии требуется от 2 и более кВт тепловой энергии.

При средней газоносности пластов Кузнецкого бассейна от 5 до $7 \text{ м}^3/\text{т}$ угля и средних суточных уровнях добычи в 6-8 тыс. тонн, можно получать до 56 тыс. м^3 метана или до 390 тыс. кВт тепловой энергии в сутки, что сравнимо с теплотой сжигания около 100 тонн угля.

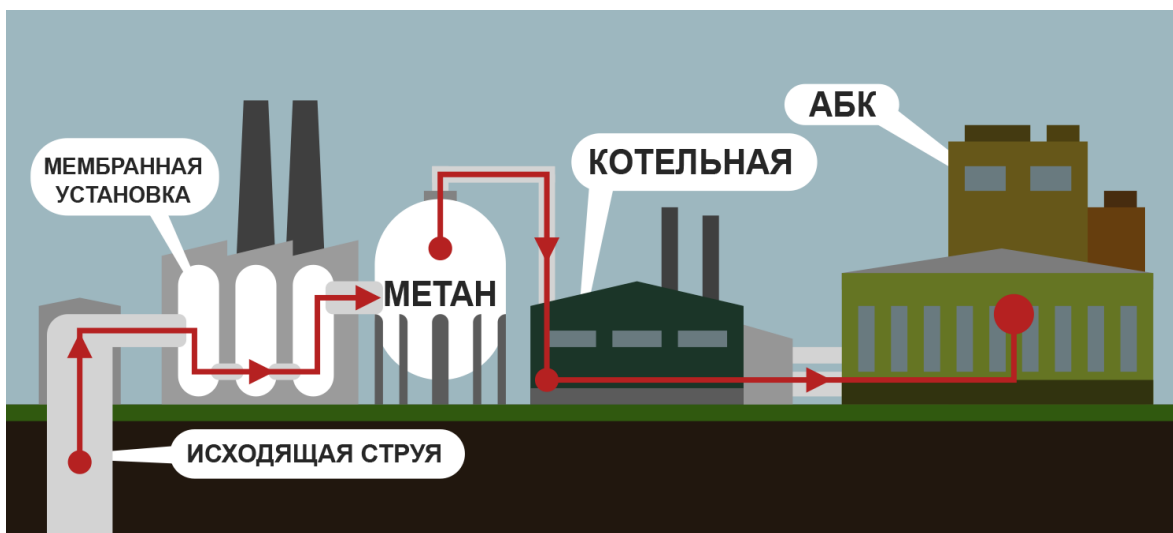


Рисунок 3 – Графическая схема метода улавливания и сжигания метана

Метод улавливания и сжигания метана носит не только экологическое направление, но и является шагом к более рациональному использованию углеводородов. Также это техническое решение позволит горнодобывающим предприятиям сэкономить средства, затрачиваемые на электроэнергию.

Таким образом, внедрение данного способа на шахтах Кузбасса позволит снизить темпы роста парникового эффекта а также, получить экономический эффект за счет снижения затрат электроэнергии на отопление административно-бытового комбината.

Библиографический список

1. Содержание метана в атмосфере опасно повышается [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: <https://scientificrussia.ru/articles/soderzhanie-meta...>, свободный (дата обращения: 27.10.2021)
2. Противофонтанная безопасность РФ [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: https://oilgazfontan.livejournal.com/tag/МСП?utm_medi, свободный (дата обращения: 27.10.2021)
3. Разработка рекомендаций по использованию шахтного метана в условиях угольных шахт // А.С. Лесных, А.М. Никитина, С.В. Риб / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общественной редакцией М.В. Темлянцева. 2021. - С. 105-109.

ШАХТНАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Альвинский Я.А. Григорьев А.А. Мананников С.Д.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

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

В данной статье проведен анализ системы тушения пожаров, а также приведено техническое решение по внедрению на угольных шахтах системы тушения и предотвращения пожаров с использованием углекислого газа.

Ключевые слова: углекислый газ, метановоздушная смесь, система пожаротушения, метан.

Рудничный пожар один из наиболее опасных и часто встречающихся видов аварий, возникающих при разработке пластовых месторождений, что влечет за собой масштабные производственные и экономические потери. Очистные и проходческие работы сопровождаются выделениями газа метана и угольной пыли, весьма горючих веществ, которые при определенной концентрации с воздухом образуют взрывоопасную смесь, способную воспламениться от любого источника огня или искры [1,4-7]. Источником воспламенения может стать короткое замыкание, нагрев пород трением или перегрев трущихся деталей оборудования. Пожар распространяется по выработкам с высокой скоростью навстречу движению свежей вентиляционной струи.

Не смотря на довольно широкий арсенал современных шахтных систем пожаротушения, их структуру можно свести к единой несложной блок-схеме, включающей подсистему контроля параметров среды, подсистему пожаротушения, запорнопусковую арматуру, распределительный трубопровод с распылителями, а также вспомогательные контрольно-измерительные устройства. Основным параметром, контролируемым шахтными системами пожаротушения является температура [7].

На сегодняшний день для тушения пожаров в подземных горных выработках применяют системы безопасности, которые при возникновении пожара или задымления прекращают подачу электричества и останавливают системы проветривания для исключения возникновения нового очага пожара и прекращения доступа воздуха, что препятствует горению [1]. Но выключенные системы проветривания не создают безвоздушное пространство, поэтому данных мер недостаточно для полного устранения пожара.

Тушение развитых подземных пожаров одна из наиболее сложных и актуальных проблем угольной промышленности [6]. Самым распространенным методом ликвидации образовавшегося подземного пожара является

нагнетание воды в массив, что способствует снижению температуры в горной выработке и, как следствие, замедлению течения реакции горения.

Наиболее универсальными с точки зрения тушения различных классов подземных пожаров являются порошковые системы, способные эффективно ликвидировать пожары классов А, В, С, а также возгорание электрооборудования, находящегося под напряжением до 1140 В.

В качестве более эффективного способа пожаротушения предлагается использование углекислого газа, препятствующего горению, который способен при попадании в метановоздушную смесь сделать ее полностью негорючей. Технология тушения пожаров с использованием CO_2 основана на разбавлении метановоздушной смеси – снижении концентрации кислорода, а также охлаждении самого очага пожара, что препятствует горению [2,3].

В качестве эффективной системы пожаротушения на основе углекислого газа предполагается размещение на пожароопасных участках горнодобывающих предприятий стационарных емкостей со сжатым или жидким CO_2 , оснащенных электронным управлением или не электрическими термическими датчиками-клапанами способными реагировать на повышение температуры и высвободить CO_2 для устранения возгорания. Также предполагается размещение подобных емкостей меньшего объема на подвижном и стационарном горношахтном оборудовании (рисунок 1), что позволит повысить безопасность и снизить риск распространения пожара [2].



Рисунок – Система пожаротушения шахтного самосвала [2]

Данное техническое решение возможно применять для предотвращения образования опасной метановоздушной смеси за счет разбавления концентрации воздуха высвобождением углекислого газа в пространство горных выработок при повышении концентрации CH_4 связанного с внезапными выбросами или сбоем дегазационного оборудования. Управление данной системой должно осуществляться с подключением к системе датчиков газоанализа, которая в свою очередь будет дозировать выпускаемый CO_2 из системы пожаротушения, что позволит создать более эффективный процесс по предотвращению возгорания.

Предложенное техническое решение позволит более эффективно бороться с рудничными пожарами на горнодобывающих предприятиях, минимизировать их негативные последствия, а также снизить риск возгорания метановоздушной смеси.

Библиографический список

1. Моисеев А.А., Никитина А.М., Риб С.В. Анализ причин возникновения и разработка рекомендаций по профилактике и тушению эндогенных пожаров на шахтах Юга Кузбасса // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией М.В. Темлянцева. 2020. С. 133-138.

2. Система пожаротушения шахтного самосвала [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа <https://www.gesem.ru/projects/sistema-pozharotusheniya-shakhtnogo-samosvala/>, свободный (дата обращения: 03.11.2021).

3. Модули газового пожаротушения [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа <https://msa100.ru/moduli-gazovogo-pozharotusheniya>, свободный (дата обращения: 03.11.2021)

4. Борзых Д.М., Никитина А.М., Риб С.В. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на ОАО «Шахта имени В.И. Ленина» // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2015. – С. 26–28.

5. Киселев Д.А., Елхимов Д.Е., Риб С.В., Никитина А. М. Обоснование аэрогазодинамических параметров угольной шахты в условиях возникновения экзогенного пожара с использованием программного комплекса «вентиляция 2.0» // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых– Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2018. – Вып. 22. – Ч. 2 : Естественные и технические науки.– С. 66-70. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

6. Предупреждение и тушение эндогенных пожаров на ОАО «Шахта имени В.И. Ленина» [Текст] / Д.М. Борзых, А.М. Никитина, С.В. Риб // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения Всероссийская научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией. М.В. Темлянцева. СибГИУ - 2015. С. 26-28.

7. Борзых Д.М., Никитина А.М., Риб С.В. Предупреждение и локализация эндогенных пожаров в угольных шахтах // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. – Вып. 23. Ч. 4. Естественные и технические науки. – С. 89-92. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ

Безносов А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк,*

В данной статье анализируется вопрос темпов проведения горных выработок. Обозначено, что состав бригад для создания дополнительной бригады крепильщиков увеличит темпы проведения выработок и увеличит производительность труда при поэтапном способе крепления.

Ключевые слова: шахта, горная выработка, анкерная крепь, газовыделение.

В настоящее время к проведению подготовительных выработок предъявляются повышенные требования, которые заключаются в качестве строительства выработки и темпах проведения, в том числе в условиях повышенного газовыделения. В настоящее время подготовительные работы являются сдерживающим фактором высокопроизводительной отработки высокогазосодержащих пластов. Существующие методы барьерной дегазации не обеспечивают в полной мере возрастающие требования по проведению и креплению выработок, своевременному воспроизводству фронта очистных работ.

Решение поставленных задач возможно за счет применения анкерного крепления, которое за счет внедрения прогрессивного бурового оборудования на сегодняшний день является наиболее эффективным и инновационных технологических схем расстановки оборудования и повышения квалификации работников бригад в подготовительном забое [1-3].

В случае применения комбайнов нового поколения, происходит увеличение затрат на обслуживание и дополнительные затраты средств и времени на обучение персонала для уменьшения аварийности и сбоев в работе.

Авторы статьи считают, что изменение состава бригад для создания дополнительной бригады крепильщиков увеличит темпы проведения выработок и увеличит производительность труда.

Идея постадийного крепления выработок не нова. Авторы статьи предлагают в забое производить крепление только анкерами в кровле, что допускается с параметрами крепления при проходке *Pa.n* и *la.n.*, определяемыми расчетными смещениями кровли до влияния первой лавы. Шаг крепления и количество анкеров в ряду принимается по расчету [4]. Во всех условиях интенсивности горного давления плотность установки

анкеров в кровле определяется по величине смещений, проверяется и, увеличивается по фактору требуемой минимальной плотности установки анкеров. В зависимости от устойчивости непосредственной кровли в классе неустойчивой кровли не меньше 1 анк/м, в классе среднеустойчивой кровли не меньше 0,7 анк/м и в классе устойчивой кровли не меньше 0,5 анк/м.

Минимальное допустимое количество анкеров обеспечивает устойчивость выработки на удалении до 200м от забоя (на расстояние движения самоходного вагона).

В соответствии с расчетом для крепления выработки шириной 5,0 м пласта 26а шахты «Полосухинская» требуется по расчету 4 анкера по кровле, бока выработки крепятся только в зоне влияния очистных работ, т.е. допускается их крепление за комбайном.

Изменяя принятый на шахте паспорт крепления, по которому в выработке должны быть установлены 8 анкеров в кровле и 6 анкеров в боках, принимается следующий паспорт крепления: в забое устанавливается 4 анкера по кровле длиной 2,4 м, остальные анкера по кровле и бокам устанавливаются в ремонтную смену за комбайном. В таблице 1 и на рисунке 1 представлено расчетное время проходки при старом паспорте крепления и при новом.

Таблица 1 – Сравнение времени проходческого цикла существующей и предлагаемой схем крепления

	Норматив, N	Объем работ	Общее время, мин	Время на бригаду, мин	Время по предлагаемому варианту, мин
Выемка	7,56	1 п.м.	42	42	42
Бурение породы	68	17,6 м	93,2	31,06	15,5
Бурение угля	141	10,8 м	27,8	9,25	-
Крепление	43	-	43	14,3	4,8
ВСЕГО			206	96.6	62.3

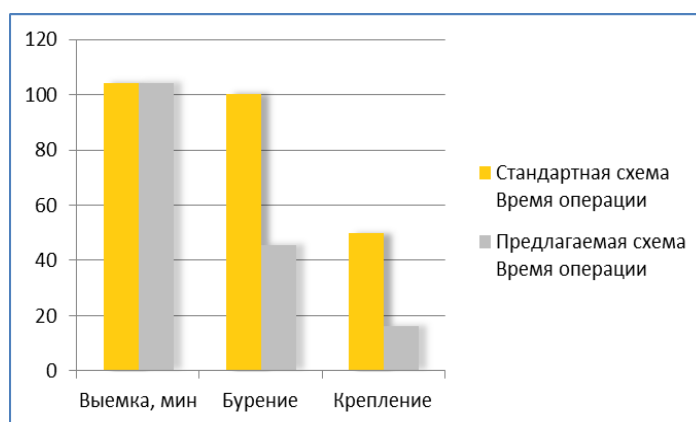


Рисунок 1 – График изменения времени проходческого цикла при изменении схемы крепления проходческого забоя

При этом производят бурение шпуров и установку анкеров по всей ширине выработки. Суточное подвигание выработки при комбайновом способе проходки не менее 7м.

Рекомендация заключается в поэтапном способе крепления.

1. Крепление количеством анкеров, обеспечивающим устойчивость массива сразу после процесса выемки.

2. Крепление канатными анкерами, после продвижения комбайна, для поддержания выработки на протяжении всего срока эксплуатации.

Преимущества данной схемы заключаются в увеличении скорости проходки. Бурение и выемка горной массы может производиться одновременно, используя обновленное оборудование для бурения шпуров.

Время цикла в проходческом забое используя текущую схему крепления горных выработок представлено на рисунке 2.

Использование схемы поэтапного крепления позволяет объединить часть процесса крепления и выемки, что позволяет увеличить количество пройденных метров в смену.

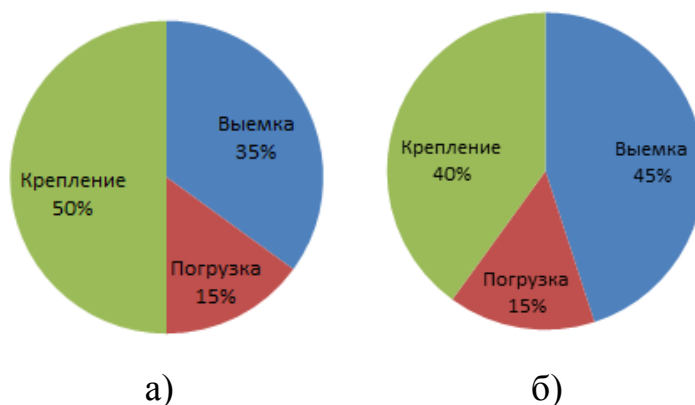


Рисунок 2 - Время цикла в проходческом забое: а) распределение времени крепления анкерной крепью традиционным способом крепления; б) распределение времени крепления анкерной крепью предлагаемым способом крепления

Применяя схему поэтапного крепления, получается увеличение скорости проходки и разделение процессов (рисунок 3).



Рисунок 3 - Увеличение темпов проходки согласно новой схеме крепления

Для установки анкеров после проходческого комбайна рекомендуем использовать гидравлические буровые станки УБГ-Л-20 «Мангуст». Гидравлические станки позволяют работать буровым станкам при работе проходческого комбайна, что позволит объединить бурение шпуров и выемку горной массы.

Таким образом, после распределения работников по сменам в ремонтную схему выходят крепильщики, которые доустанавливают недостающие анкера после комбайна.

Библиографический список

1. Гелескул М.Н., Мельников Н.И., Трушин В.С. Опыт применения анкерной крепи на угольных шахтах. — М.: ЦНИЭИуголь, 1972. — 20 с
2. Перспективы развития и внедрения технологических схем поэтапного анкерного крепления горных выработок на шахтах Кузбасса / Д.В. Яковлев, В.И. Магдыч, А.П. Егоров, Д.В. Осминин, А.С. Марков // Уголь. 2014. № 10. С. 40-44. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/102014.pdf> (дата обращения: 15.09.2019).
3. Стариков А.П., Снижко В.Д. Передовой производственный опыт скоростного проведения горных выработок на шахте «Заречная» в Кузбассе // Уголь. 2008. № 11. С. 3-6. URL: <http://www.ugolinfo.ru/Free/112008.pdf> (дата обращения: 15.09.2019).
4. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах" Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб, 2021. – 125 с.

УДК 622.232

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК

Безносов А.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье предлагается вариант сокращения расходов на поэтапное проведение подготовительных выработок в условиях высокоинтенсивной разработки угольных пластов средней мощности двумя комбайнами избирательного действия с последующим применением самоходного анкероустановщика с отставанием от забоя первого этапа на расстоянии до 250 м для своевременного безразрывного воспроизводства фронта очистных работ.

Ключевые слова: горная выработка, поэтапное проведение горной вы-

работки, крепление забоя, шахта.

В условиях отработки высоко газоносных угольных пластов подземным способом своевременная подготовка выемочных участков без предварительной дегазации, с применением барьерной дегазации является весьма актуальной задачей. Своевременная подготовка выемочных участков связана с необходимостью проведения выработок в скоростном режиме. Для пластов средней мощности темпы подвигания выемочного участка составляют сегодня не более 250 м в месяц. Для безразрывного воспроизводства фронта очистных работ требуемые темпы подвигания подготовительных забоев должны быть не менее 400 м в месяц. В сложившейся ситуации при падении цен на уголь на международном рынке необходимо сокращать расходную часть баланса угольной части.

Авторами статьи предлагается вариант сокращения расходов на проведение подготовительных выработок в условиях высокоинтенсивной разработки угольных пластов средней мощности. Опыт использования высокопроизводительного самоходного оборудования для крепления выработок анкерной крепью затруднен в условиях шахт по причине прямого запрета на работу подготовительных забоев с отставанием постоянной крепи более 1,5 шага крепления выработки.

В статье предложен вариант применения постадийной (двухэтапной) технологической схемы работы подготовительных забоев двумя проходческими комбайнами.

В настоящее время на шахтах Кузбасса наибольшее распространение получила следующая технологическая схема расстановки оборудования в забое. Подготовительный забой оборудуется комбайном исполнительного действия. В штреке смонтирован ленточный конвейер, который предполагается к использованию при работе выемочного участка. Транспортирование горной массы от комбайна до места перегруза производится самоходными вагонами. Бурение шпуров и установка анкерной крепи осуществляется при помощи ручных пневматических анкероустановщиков. Спаренные забои конвейерного и вентиляционного штреков соединяются сбойками через 200 или 300 м.

Проблемой является большие выделения газа при большой площади сечения горной выработки, высокая трудоемкость при проведении барьерной дегазации, большие временные затраты на крепление выработки, соответственно темпы проведения выработок существенно снижаются. Проводить предварительную дегазацию с ранее пройденных выработок невозможно по причине больших финансовых затрат и отсутствия статьи финансирования в бюджете на год и на 5 лет.

Предлагается два решения проблемы:

1) Бурение в забой скважин повышенного сечения: 1-1.2 м. Данная технология считается наиболее перспективной, но на данный момент не имеет технических средств для реализации;

2) Постадийное проведение выработок: сначала узким сечением, затем расширением до необходимых размеров.

Авторами статьи предложен вариант проведения спаренных выработок комбайнами избирательного действия. Конвейерный штрек оборудован ленточным конвейером, который предполагается к использованию и при работе выемочного участка. Транспортирование горной массы от комбайна до места перегруза осуществляется самоходным вагоном. Схема работы комбайна при расширении выработки представлена на рисунке 1.

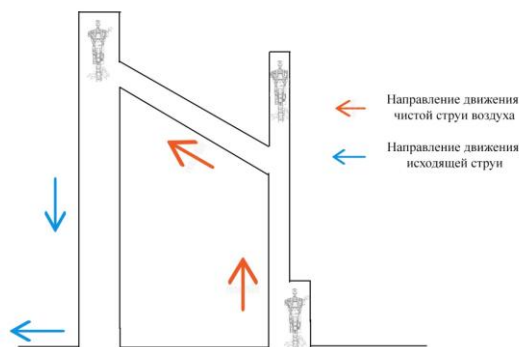


Рисунок 1 – Технологическая схема проведения выработок

Предлагаемая технология предлагает следующие изменения в технологическом процессе: проведение выработки узким сечением, крепление анкерами [1,2] для поддержания выработки до установки канатными анкерами после расширения (авторами статьи было рассчитано, что для поддержания выработки шириной до 3.5 метров достаточно 4 анкера длиной не более 2,0 м по кровле), расширение выработки второй проходческой бригадой, закрепление выработки анкерной крепью первого уровня с усилением канатными анкерами второго уровня по всей площади забоя (рисунок 2).

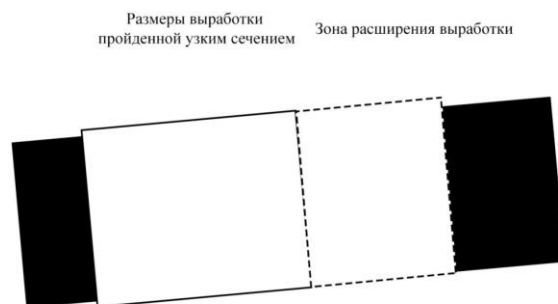


Рисунок 2 – Схема проведения горной выработки узким сечением с последующим расширением

Постадийное проведение выработок в два этапа позволяет более интенсивно проветривать тупиковую часть подготовительного забоя, уменьшить количество газа, выделяемого из массива при выемке комбайном. При проведении выработок на первом этапе не требуется проводить мероприятия по барьерной дегазации. Дегазационные ниши оборудуются при расширении

выработки. Увеличиваются темпы проведения выработок путем разделения процессов выемки горной массы и крепления выработки анкероустановщиком за комбайном.

Создание дополнительной проходческой бригады с комбайном и высокопроизводительным буровым оборудованием для расширения горной выработки и создание отдельной бригады крепильщиков откреплением работников от двух проходческих звеньев. Крепление выработки за второй проходческой бригадой в конвейерном штреке предлагается с использованием самоходного анкероустановщика Fletcher. На рисунке 3 представлена схема расширения и крепления выработки.

Данная технология отвечает всем требованиям ПБ по проветриванию и необходимого минимального прохода для людей, при этом увеличивает многократно темпы проведения выработок и уменьшает время простоя оборудования и бригад из-за загазирования выработок. Использование дополнительных средств механизации позволяет увеличить производительность труда на каждого работника.

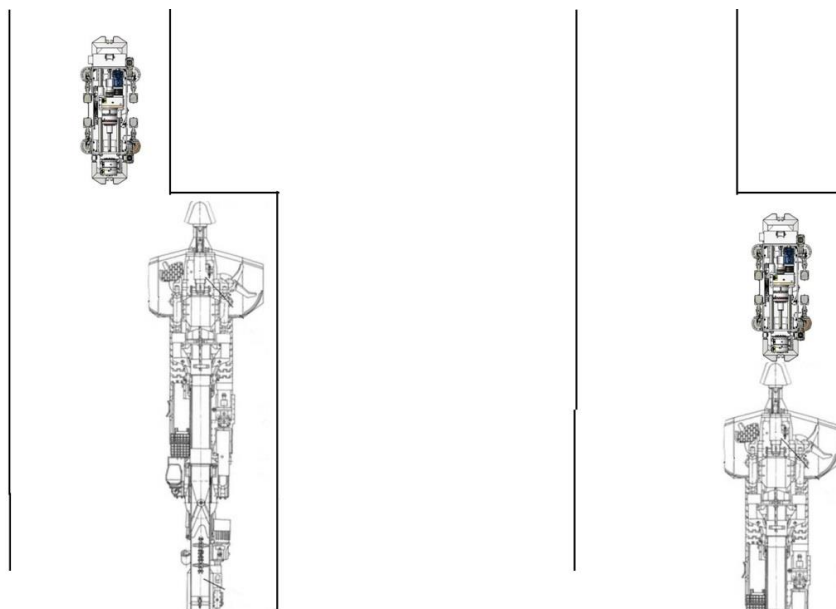


Рисунок 3 – Схема расширения и крепления горной выработки на втором этапе, с применением анкероустановщика Fletcher

Очевидно, что предлагаемая схема проведения и крепления выработок в два этапа в условиях высокогазоносных угольных пластов двумя комбайнами избирательного действия с последующим применением самоходного анкероустановщика с отставанием от забоя первого этапа на расстоянии до 250 м позволит существенно повысить производительность труда проходчика и обеспечит требуемые темпы подвигания подготовительных забоев для своевременного безразрывного воспроизводства фронта очистных работ на пластах средней мощности в условиях отработки выемочных участков с производительностью 10 000 тонн в сутки.

Библиографический список

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах" Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб, 2021. – 125 с.

2. Нормы выработки на проведение горных выработок и вспомогательные работы, выполняемые в подготовительных забоях при проведении выработок проходческими комбайнами для шахт ОАО «ОУК «Южкузбассуголь».

УДК 681.52

ПРОХОДКА ВЫРАБОТОК МАЛОГО СЕЧЕНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА ЧЕЛОВЕКА

Дубима Е.М., Садов Д.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

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

Данная статья описывает принцип ведения проходческих работ с использованием автоматизированных систем без непосредственного участия человека в горной выработке.

Ключевые слова: автоматизация, шахта, малое сечение, диспетчеризация, безлюдная выемка, автоматическое управление, горно-шахтное оборудование.

Подготовительные работы на угольных шахтах производятся параллельно с работой очистного забоя. Для проведения выработок задействуется несколько проходческих участков, как правило, по два забоя на каждом. Для безаварийного функционирования подготовительного участка, в каждый забой нужно подавать расчетное количество воздуха, проводить мероприятия по дегазации и разгрузке массива, наращивать транспортные и вентиляционные коммуникации. Это весьма трудоемкие мероприятия, занимающие значительную часть времени, увеличивающие протяженность цикла и снижающие темпы проведения выработки.

Авторами статьи предложена экспериментальная технология проведения выработок малого сечения в режиме максимального исключения присутствия человека в выработке при работе горно-шахтного оборудования в подготовительном забое. Предложенная технологическая схема обеспечит высокие темпы проведения выработок и позволит сократить затраты ручного труда при исполнении рабочих процессов [1-3]. Проходческая бригада в стандартном режиме проводит выработку уменьшенного сечения для мини-

мизации крепления при проведении с последующим расширением и усилением крепи, подача воздуха в выработку ограничена, доступ человека без специальных средств дыхания запрещен. Через 200 – 250 м оборудуются сбойки и ниша для размещения дегазационного, транспортного и доставочного оборудования. Проведение выработки малого сечения осуществляется без участия человека. На рисунке 1 представлена технологическая схема безлюдного проведения выработки малого сечения с креплением кровли анкерной крепью с использованием самоходного анкероустановщика.

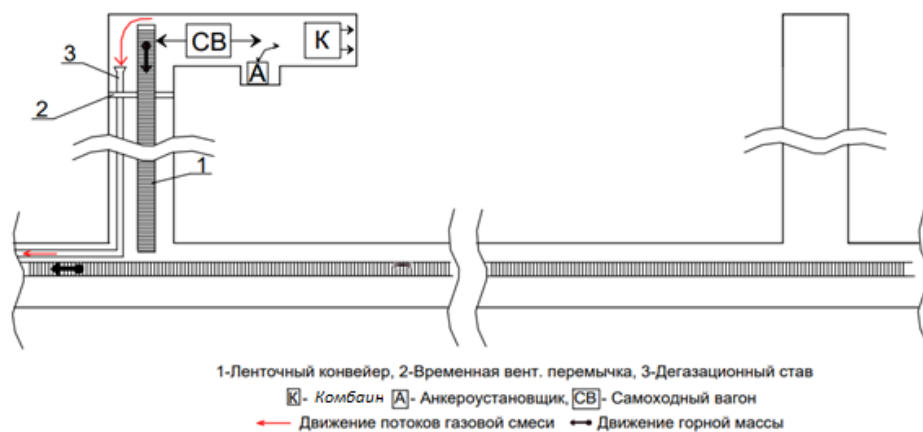


Рисунок 1 – Технологическая схема подготовительного забоя

С одной стороны, в сбойке размещается ленточный конвейер 1, оборудованный перегружателем. На расстоянии нескольких метров от сопряжения устанавливается временная перемычка из брезента 2. В перемычку монтируется дегазационный став 3, всасывающий метан из выработки. В отсутствие людей проветривание данных выработок можно не производить.

Выемка горной массы производится проходческим комбайном непрерывного действия К, для транспортирования отбитой горной массы используется самоходный вагон на электрическом приводе СВ, в нише устанавливается самоходный гидравлический анкероустановщик А. Анкероустановщик производит крепление кровли выработки без участия человека, с использованием кассетного оборудования с анкерами и ампулами химического скрепляющего состава.

Управление горно-шахтным оборудованием (ГШО) будет осуществляться дистанционно из специальной выработки, диспетчер с мобильного пункта управления (МПУ) по определенной программе управляет ГШО (рисунок 2). Управление будет осуществляться со специального планшета, разрешенного к применению в угольных шахтах. На него будет установлено специальное программное обеспечение для управления и контроля ГШО. Во внештатных ситуациях с данного планшета можно будет производить диагностику оборудования во время ремонта, находясь в непосредственной близости.



Рисунок 2 – Планшет, разрешенный к применению в шахте

На рабочем мониторе отображается вся техника, используемая в забое, при необходимости с помощью камер можно оценить ситуацию, не находясь в рабочей зоне.

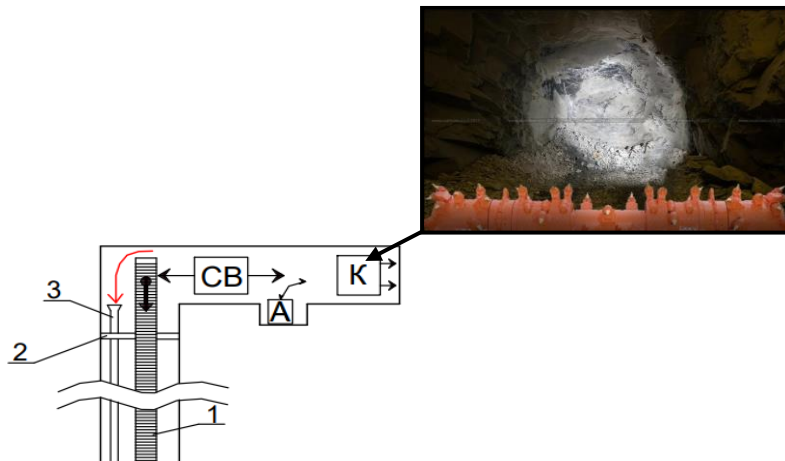


Рисунок 3 – Вид с камеры комбайна

На ГШО в качестве модулей роботизации используются датчики движения на основе микроволн, какой выбор обоснован на особой точности и возможности защитить датчик от повреждения при помощи любой диэлектрической перегородки. Камера видеонаблюдения, которая также защищена куполом, данный модуль не обладает какими то особыми характеристиками и может быть легко заменен, качество используется 720р, которого вполне хватает для оценки ситуации. Связь происходит по сигналу Wi-Fi, антенны которых расположены в самых безопасных точках забоя, чтобы минимизировать риск повреждения системы связи.

В случае аварии диспетчер первым делом включает камеры наблюдения и оценивает ситуацию, в рядовой поломки, например ошибка системы ПО, диспетчер перезагружает систему, данная операция занимает около 10–15 минут. В случае критической поломки диспетчер останавливает работу оборудования, вызывает ремонт бригаду, которая выгоняет технику на свежую струю сбойки выработки и производит ремонт. При поломке ремонт

оборудования не превышает одной смены. При нахождении в выработке рабочие используют защитное оборудование – респираторы.

Авторами статьи разработана модель управления дистанционным оборудованием и представлена на XXIX Международной специализированной выставке «УГОЛЬ РОССИИ И МАЙНИНГ». Управление оборудованием было реализовано на двух телефонах, представленных на рисунке 4. Один используется в качестве манипулятора, второй в качестве монитора. Положение оборудования передавалось с импровизированного сонара и отмечалось на схеме.

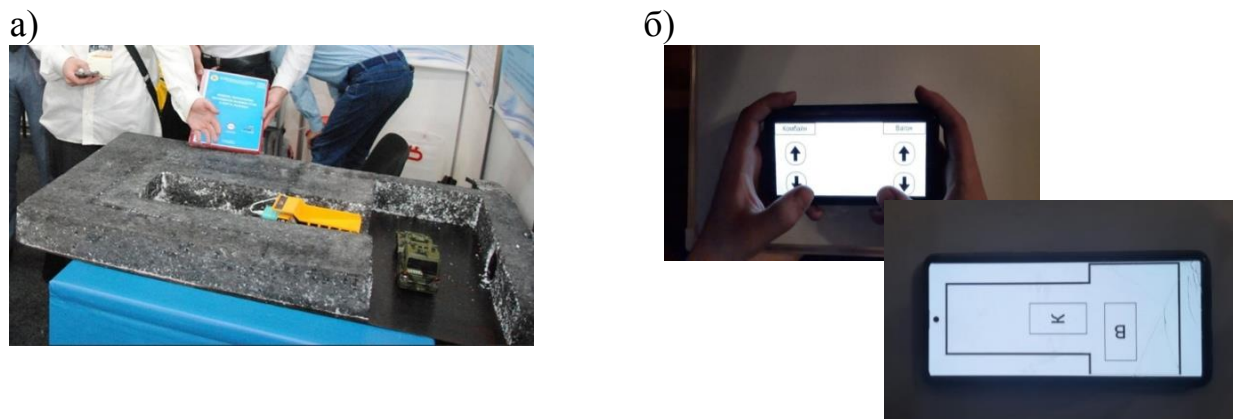


Рисунок 4 – Управление ГШО: а) модель управления ГШО; б) реализация управления оборудованием с пульта

Предлагаемое оборудование для проведения выработок малого сечения представлено на рисунке 5.

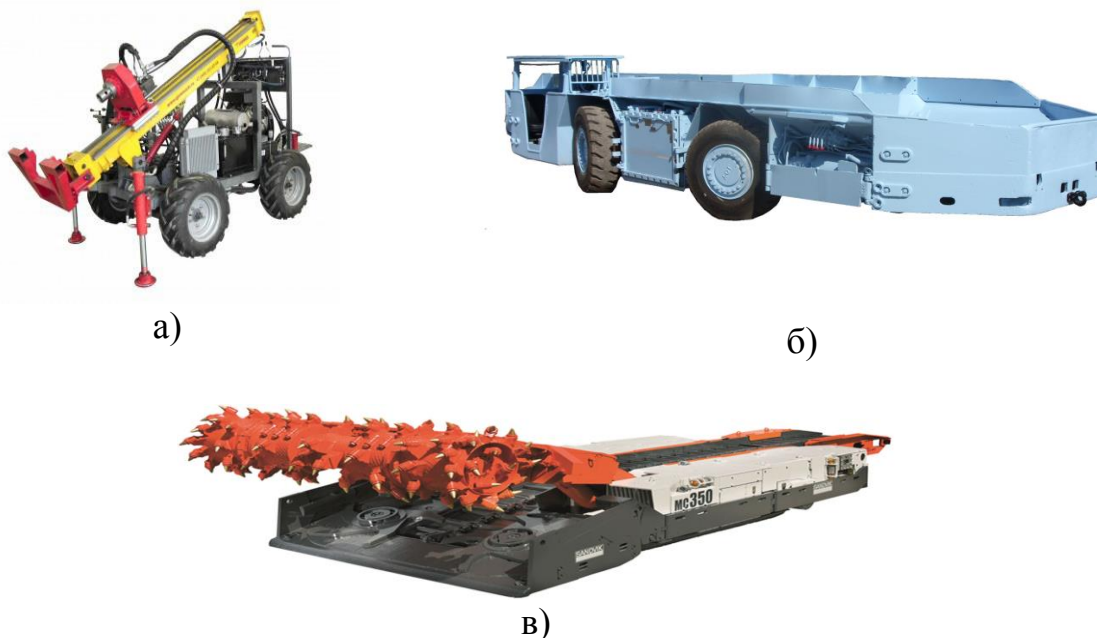


Рисунок 5 – Оборудование для проведения выработок малого сечения: а) автоматизированный анкероустановщик; б) самоходный вагон; в) проходческий комбайн непрерывного действия

Используя планшет, данную систему можно реализовать на одном устройстве. В небольших масштабах данная система работает исправно.

Библиографический список

1. Клебанов Д.А., Макеев М.А. Роботизированные технологии добычи полезных ископаемых рождаются в недрах инновационного центра Сколково // Горная промышленность. — 2012. — №4. — С. 132.
2. Ивашкин Ю.А. Агентные технологии и мультиагентное моделирование систем. — М.: МФТИ, 2013. — 268 с.
3. Tu J.N., Hueka V.S. Analysis of open truck haulage sistem by use of a computer model. CiM Bulletin, 1985, pp. 53-59.

УДК 681.5.09

ОЦЕНКА РИСКОВ В ШАХТЕ

Садов Д.В., Дубина Е.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Волошин В.А.

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

Анализ долгосрочного планирования ведения работ необходим для заложения финансовых средств в обслуживание техники. В данной статье изучены текущие методы анализа производства и предложена инновационная методика прогнозирования рисков.

Ключевые слова: сервисное обслуживание, оценка рисков, техническое обслуживание, неразрушающий контроль, комбайн, мониторинг, параметры.

Одна из важных целей каждого предприятия — это долгосрочное планирование. Ремонтные работы на подготовительных участках проводятся по большей части, только после поломки. В остальное время слесаря заняты осмотром и обслуживанием оборудования, анализом состояния частей и агрегатов. Авторами был проведен анализ [1-3] зависимости поломок от частоты обслуживания на примере комбайна КП-21 (рисунок 1).

В таблице 1 представлены основные поломки оборудования с электроприводом связаны с механическими и электрическими узлами. Редуктор — это механический узел, который чаще всего выходит из строя из-за разрушения зубьев ведущей или ведомой шестерен. Причинами разрушения шестерен является выработка ресурса прочности. Частое обслуживание не влечет значительного увеличения срока службы [4,5]. Электродвигатель - главная причина поломки горно-шахтного оборудования (ГШО). Причины выхода из строя электродвигателя: распайка бандажей и пробой обмоток в результате высокого нагрева компонентов.

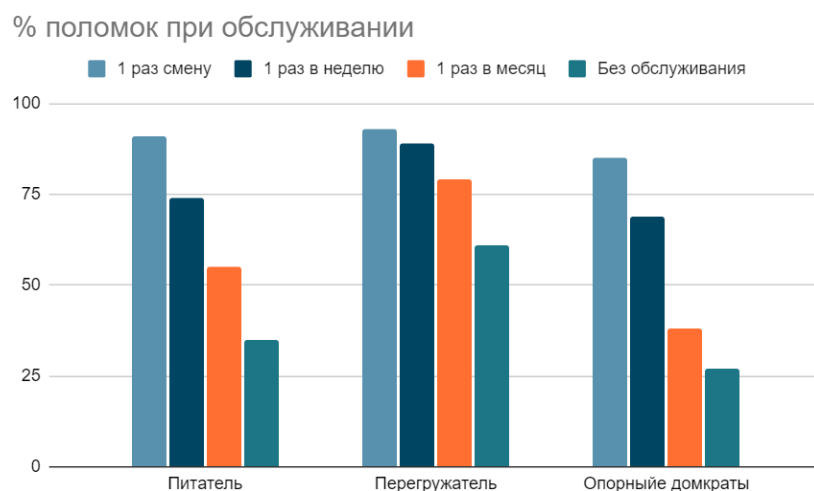


Рисунок 1 – Анализ зависимости поломок от частоты обслуживания

Таблица 1 - Основные поломки оборудования

Узел, отказавший по причине аварии	Доля от общего числа аварийных отказов %
Тяговый электродвигатель	22
Электродвигатель конвейера	7,6
Угловой (конический) редуктор	10,8
Редуктор конвейера и маслостанции	8,5
Управляющая электроника	11,5
Питающий кабель	8,1
Цепь конвейера	12,3
Питатель	4,3
Перегрузатель	4,5
Опорные домкраты	8,2
Скребки	2,2

Авторы предлагают оснастить горно-шахтное оборудование датчиками тока и напряжения (рисунок 2) для снятия показаний, непосредственно, с каждого электродвигателя. При экспериментальных замерах параметров электродвигателя, управляющего движением комбайна, было выявлено, что при старте электродвигателя происходит перенасыщение мощности более чем в 4 раза, затем происходит спад до рабочей мощности.

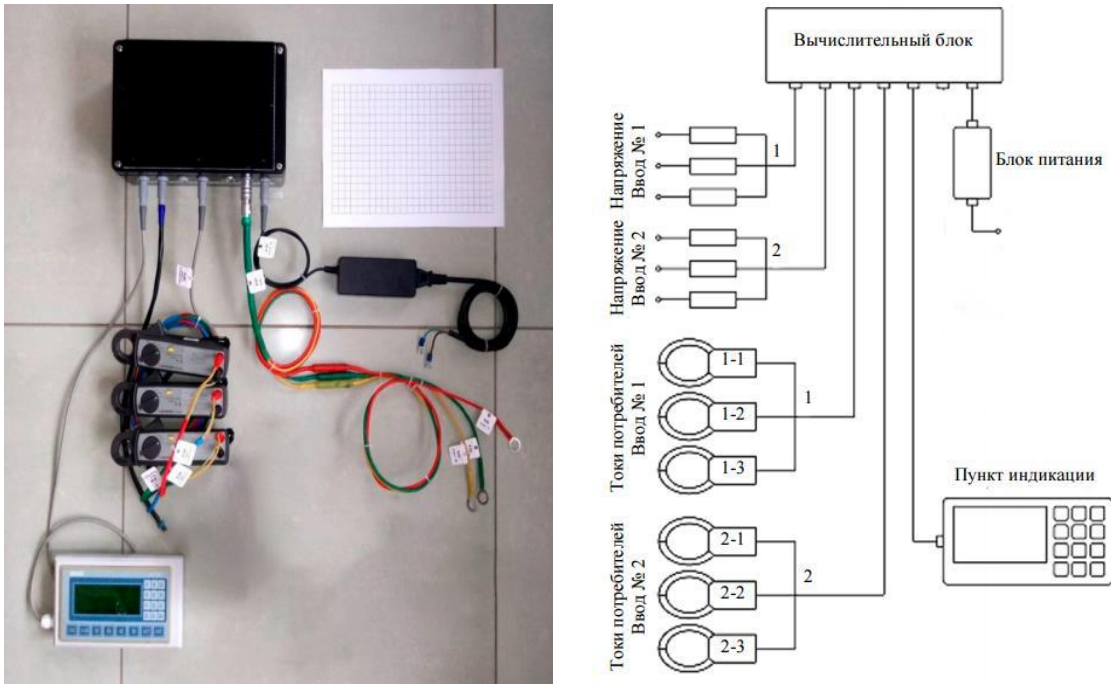


Рисунок 2 – Применяемые датчики тока и напряжения

При движении комбайна, за счет инерции, затраты энергии снижаются в 2 раза, что отображено на графике (рисунок 3). Таким образом, с помощью данной системы можно контролировать работу электродвигателей ГШО.

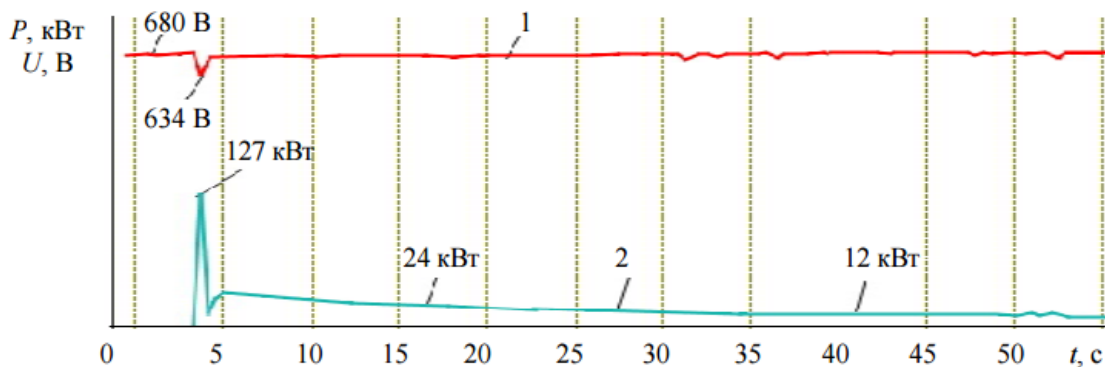


Рисунок 3 – График изменения энергетических параметров приводного электродвигателя при начале движения комбайна (1 – график напряжения; 2 – график активной трехфазной мощности)

Авторами статьи был выявлен не эффективный подход к нарядной системе на подготовительных участках. При выдаче наряда ремонтной бригаде механик не владеет достоверной информацией о текущем состоянии оборудования. Визуальный осмотр и базовую проверку оборудования целесообразнее возложить на дежурного слесаря ночной смены, который самостоятельно выполняет мелкие операции технического осмотра. Собранную информацию он должен передавать механику участка по разработанному чек-листу посредством электронного планшета (таблица 2). Исходя из получен-

ной информации, механик участка распределяет плановые работы по ревизии ГШО между составом ремонтной бригады.

Таблица 2 – Чек-лист исходных данных для анализа аварийности

Ответственный: Подпись:		Дата:			
Оборудование	Узлы и части	Состояние износа			
		Требует ремонт	70%	30%	устранено
Комбайн КП-21	Питатель	V			
	Перегружатель		V		
	Опорные домкраты			V	
	...				

Чек-лист необходим для планирования ожидаемого режима работы оборудования и участка в целом на предстоящий период, определить его возможности, в соответствии с намеченными сроками технического обслуживания и планово-ремонтных работ [6]. Заранее планировать доставку частей и агрегатов. Утвердить программу обучения персонала, работы и обслуживания ГШО в подготовительном забое.

В настоящее время на экспериментальных участках после внедрения системы мониторинга и контроля ГШО сократилось время на обслуживание комбайна и вызов специалистов сервисного центра в 2 раза, внеплановые остановки в смену сократились на 35 %, количество слесарей, обслуживающих комбайн сократилось на 50 %, темпы проведения выработки возросли на 18 %.

Совместно со специалистами и студентами института информационных технологий СибГИУ разрабатываются программы прогнозирования вероятности возникновения аварийных ситуаций с комбайном, определение расчетных значений его работоспособности в зависимости от совокупных факторов планово-предупредительных ремонтов и сервисного обслуживания.

Библиографический список

1. Клебанов Д.А., Макеев М.А. Роботизированные технологии добычи полезных ископаемых рождаются в недрах инновационного центра Сколково // Горная промышленность. – 2012. – №4. – С. 132.
2. Вержанский А.П. Прогрессивные технологии в производстве, техническом обслуживании и ремонте горного оборудования // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2011. – Отд. вып. 1. – С. 519-524.
3. Островский М.С., Вержанский А.П., Талтыкин В.С.

Интеллектуальная система мониторинга состояния горного оборудования. Перспективы развития горно-транспортного оборудования: Материалы научно-практической конференции. – М.: ИПО «У Никитских ворот», 2013. – С. 126-137.

4. Дунаев А.В. Состояние применения нетрадиционной триботехники для безремонтного восстановления сопряжений трения узлов и агрегатов машин и оборудования. Сб. научных трудов семинара «Современные технологии в горном машиностроении», «Неделя горняка-2012» 23-27 января 2012. – М.: МГГУ, 2012. – С. 154-164.

5. Масляков Н.С. Механизация и автоматизация механической обработки в ремонтном производстве. Сборник научных трудов семинара № 23 «Современные технологии в горном машиностроении», «Неделя горняка» 28 января – 1 февраля 2013. – М.: МГГУ, 2013. – С. 265-278.

6. Бойко П.Ф. Оптимизация технического обслуживания и ремонта механического оборудования // Горный журнал. – 2011. – № 6. – С. 52-54.

УДК 622.445

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА

Елкина Д.И., Лесных А.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com*

В данной статье проведен анализ способов проветривания рудника и шахт в условиях Республики Саха, приведены характеристики вентиляционных установок ВО-21К, представлены расчеты экономического эффекта после замены вентиляционных установок.

Ключевые слова: вентиляция, рудники, вентиляционные установки, шахта, калориферная установка.

С необходимостью вентиляции подземных горных выработок люди столкнулись ещё до н.э., во времена римлян – тогда длинные штольни снабжались воздухом из вентиляционных шурфов. До изобретения механического вентилятора шахты проветривались лишь за счёт естественной тяги, т.е. за счёт разности отметок вентиляционных шурфов, колодцев. Одной из отличительных особенностей проветривания рудников, расположенных в районах Крайнего Севера, является наличие большой естественной тяги [1]. Она возникает вследствие различной плотности воздуха в горнах выработках и меняется с положительной на отрицательную в течение различного времени.

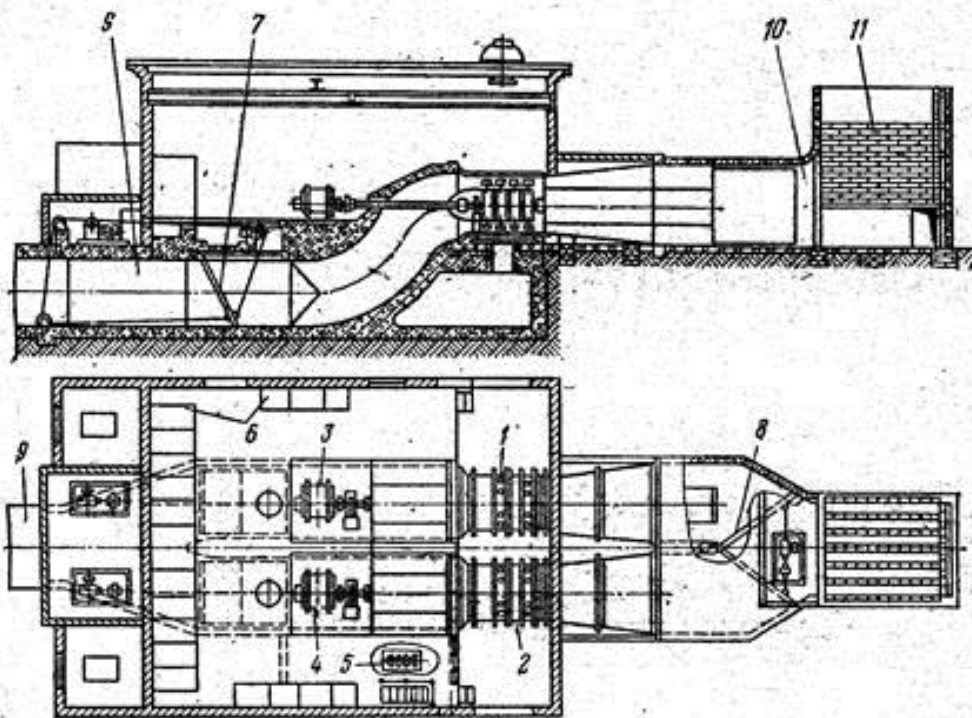
Существуют различные способы проветривания рудников и шахт в

условиях Крайнего Севера. Способ проветривания – всасывающий. Подсос воздуха с поверхности через зону обрушения достигает 80-100% от поступающей струи. В теплое время года подсасываемый воздух размораживает покрывающую толщу многолетнемерзлых пород, а зимой вызывает чрезмерное обмерзание шахтных выработок и вентиляционных установок [1].

Способ проветривания – нагнетательный. Выработки и вентиляторы замерзают не так сильно, только вентиляторы располагаются под землей – в конце зоны интенсивного оттаивания пород, где толщина оттаянных пород не превышает 1-1,5 м.

С целью оптимизации работы вентиляции рудников рассмотрена Кимберлитовая трубка, расположенная на правом берегу реки Далдын в центральной части ее бассейна Республики Саха (Якутия). Район трубки приурочен к северной части Средне-Сибирского плоскогорья и характеризуется пологоволнистым рельефом с общим наклоном поверхности на восток и юго-восток [2]. Рельеф местности в районе месторождения под действием техногенных факторов при освоении трубки существенно изменился.

Для главного проветривания подземного рудника используются вентиляторы ВОД, рисунок 1 [3].



1 и 2 - рабочий и резервный вентиляторы с синхронными электродвигателями 8 и 4,
 5 - системы смазки, 6 - электроаппаратура и аппаратура автоматизации устройств 7 и 8
 (ляды или двери, управляемые лебедками или моторредукторами) для переключения на
 работу любого из вентиляторов и отключения другого, 9 и 10 – подводящий и выходной
 каналы, 11 - глушители шума

Рисунок 1 – Вентиляторная установка с реверсивными вентиляторами типа ВОД

Предлагается в условиях Крайнего Севера замена вентиляционных установок с реверсивными вентиляторами типа ВОД, установленных на руднике, на вентиляционные установки ВО-21К, поскольку ВО-21К будут намного экономически выгодней в использовании. Технические характеристики вентиляционных установок ВО-21К представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Технические характеристики ВО-21К [3]

Наименование показателей	ВО-21К			
	аэродинамические схемы			
	М-24	М-25	М-23	М-19
Номинальный диаметр рабочего колеса (пред. откл. $\pm 5\%$), мм	2100			
Частота вращения ротора, мин. ⁻¹	750/1000			
Подача в пределах рабочей области (пред. откл. $\pm 10\%$), м ³ /с:				
минимальная	50/65	30/25	30/40	30/40
максимальная	130/190	110/140	130/175	115/140
Статическое давление в пределах рабочей области, даПа:				
минимальное	50/98	135/240	100/190	70/130
максимальное	165/280	250/430	240/430	180/335
Максимальный КПД, не менее	0,82		0,82	0,81
Подача при реверсе, не менее, %	75			
Мощность электродвигателя, кВт*	250/500	300/800	500/800	220/600
Масса вентилятора (без электродвигателя и входных-выходных устройств), не более, кг	10400/11000		10300	
Габариты, не более, мм:				
длина	8290/8400		8300	
ширина	2700		2690	
высота	2800		2800	

Для оптимизации работы вентиляции рудников за счет замены вентиляционных установок рассчитан общешахтный объем воздуха, необходимый для проветривания всех выработок рудника, по формуле [2]:

$$Q_{\text{общ}} = 1,1(1,15 \sum_{i=1}^n Q_{b,y,i} + \sum_{j=1}^m Q_{m,b,j} + \sum Q_{o,b,i} + \sum Q_{ki} + Q_{ym}) ; \quad (1)$$

где $Q_{b,y,i}$ – расход воздуха для проветривания выемочного участка, м³/с;

$Q_{m,b,j}$ – расход воздуха для проветривания тупикового забоя, м³/с;

$Q_{o,b,i}$ – расход воздуха для обособленно проветриваемой выработки, м³/с;

Q_{ki} – расход воздуха для проветривания камеры, м³/с;

Q_{ym} – внутренние (подземные) утечки воздуха за пределами выемочных участков, м³/с;

n – количество выемочных участков (блоков) в одновременной работе;

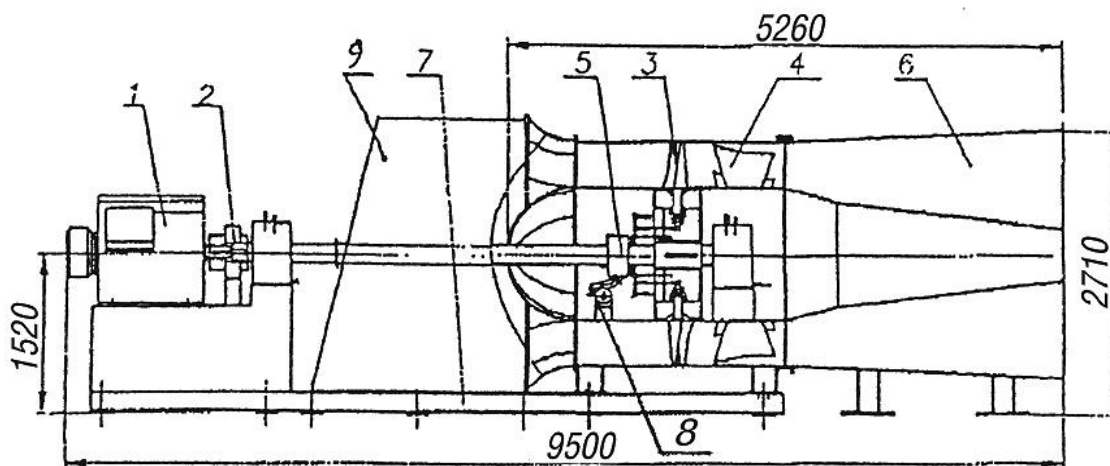
m – количество тупиковых забоев в одновременной работе.

Общешахтный объем воздуха, необходимый для проветривания всех

выработок рудника составил:

$$Q_{\text{общ}} = 1,1(1,15 \cdot 191 + 94 + 82 + 25 + 37) = 503 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

Исходя из необходимого количества воздуха сделан вывод, что главные вентиляционные установки избыточны и потребляют лишнюю электроэнергию. Для устранения этого недостатка предлагается заменить вентиляционные установки, установленные на руднике на вентиляционные установки ВО-21К в количестве 4 штук, 2 установки для нагнетания воздуха через клетевой ствол и 2 для нагнетания через вентиляционный вспомогательный ствол [3].



1 - электродвигатель; 2 - электромагнитный тормоз; 3 – рабочее колесо с поворотными на ходу сдвоенными листовыми лопатками; 4 – неповоротные лопатки спрямляющего аппарата; 5 – механизм одновременного поворота лопаток рабочего колеса; 6 – диффузор; 7 – общая рама вентиляторного агрегата; 8 – однооборотный электромеханический привод механизма поворота лопаток рабочего колеса; 9 – входная коробка [3]

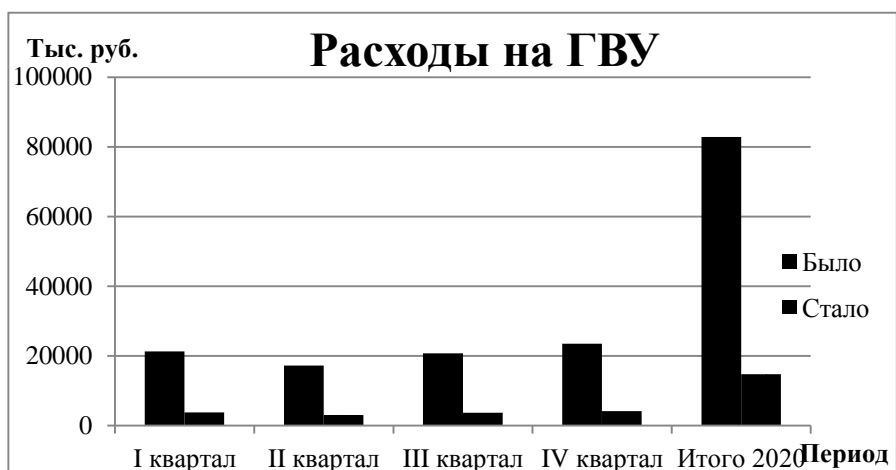
Рисунок 2 – Шахтный осевой вентилятор главного проветривания ВО-21К:

Экономический эффект от внедрения вентилятора главного проветривания ВО-21К представлен в таблице 2 и на гистограммах 1 и 2.

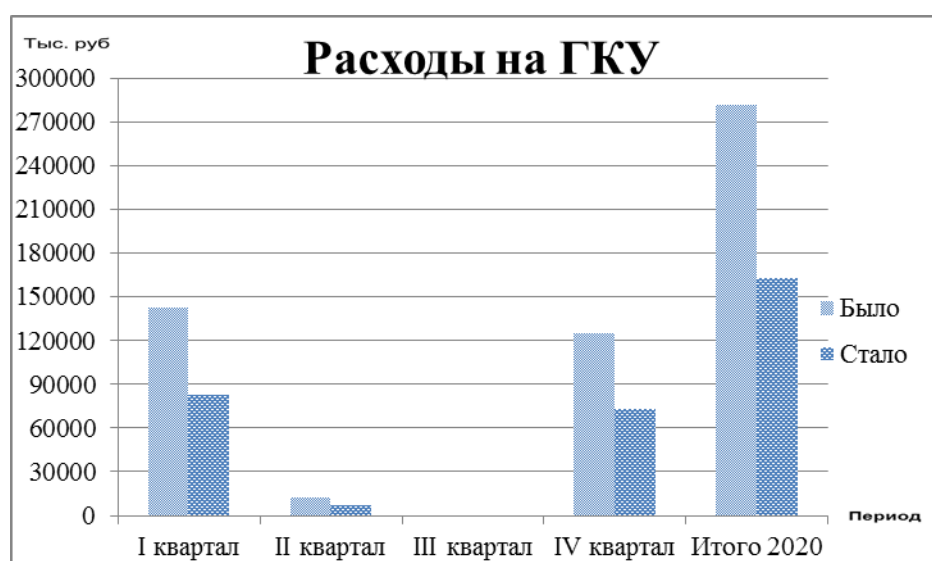
Таблица 2 – Экономический эффект от внедрения вентилятора главного проветривания ВО-21К

п/п	Б/С	Ед. изм	I квартал	II квартал	III квартал	IV квартал
ГВУ*	Было	тыс. кВт*ч	5 314,371	4 433,251	4 790,838	5 416,100
		тыс. руб	21 334,093	17 221,626	20 768,595	23 557,628
	Стало	тыс. кВт*ч	948,995	791,652	855,507	967,3161
		тыс. руб	3 809,659	3 075,290	3 708,678	4 206,719
ГКУ*	Было	тыс. кВт*ч	35 495,876	3 166,946	376,610	28 664,122
		тыс. руб	142 382,901	12 065,670	1 533,257	125 218,899
	Стало	тыс. кВт*ч	20 587,608	1 836,829	218,434	16 625,191
		тыс. руб	82 582,083	6 998,089	889,289	72 626,961

ГВУ* – главные вентиляторные установки; ГКУ* – главные калориферные установки



Гистограмма 1 – ГВУ (главные вентиляторные установки)



Гистограмма 2 – ГКУ (главные калориферные установки)

Предлагаемые решения позволят сократить затраты на электроэнергию по проветриванию горных выработок в 2 раза за счет ввода новых вентиляционных установок, работающих в 5,6 раз более энергоэффективнее, чем предыдущие, так же понижается электропотребление для калориферной установки, т.к. ей нужно подогреть меньшее количество воздуха. Соответственно, сокращение затрат на подогревание воздуха калориферной установкой произойдет на 42 %, то есть будет на 42 % меньше потреблять электроэнергии.

Таким образом, внедрение новых вентиляционных установок типа ВО-21К позволит сократить расходы в 2 раза на электроэнергию, что приведет к снижению затрат на проветривание горных выработок на руднике в условиях Республики Саха.

Библиографический список

1. Способы и схемы проветривания [Электронный ресурс] // Helpiks.org. – Режим доступа: <https://helpiks.org/6-86717.html> (дата обращения:

10.10.2021).

2. Н.О. Каледина. Методические указания по проведению практических занятий и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Вентиляция шахт» [Текст] // Н.О. Каледина, В.Б. Артемьев, В.Д. Косарев, Д.А. Мещеряков – Москва, 2009. – С. 19 – 21 (дата обращения: 12.10.2021).

3. Осевые вентиляторы [Электронный ресурс] // Студопедия. – Режим доступа: <https://studopedia.info/3-9117.html> (дата обращения: 12.10.2021).

УДК 622.647.057

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА

Елкина Д.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com*

В данной статье рассматривается конвейерный транспорт, особенности видов конвейерного транспорта, их применение, достоинства и недостатки в использовании.

Ключевые слова: конвейер, транспортирование, ленточный, скребковый, лента, цепь.

В последнее время уровень автоматизации и информатизации на угольных шахтах значительно вырос. Предприятия оснащаются современными автоматизированными проходческими и добычными комплексами. Почти полностью автоматизированы процессы транспортировки и отгрузки угля потребителям, управление энергопотреблением, вентиляцией, водоотливом и другими вспомогательными процессами. Внедряются автоматизированные системы управления, использующие для сбора данных и управления распределенные сети датчиков, исполнительных механизмов, контроллеров и другое [6].

В качестве средств транспорта горной массы по горизонтальным и наклонным горным выработкам подавляющее распространение имеют конвейерные линии [7]. Конвейеры чаще всего используются как транспортное средство, перемещающее груз от одной перегрузочной операции к другой. Кроме того, они могут выполнять и штабелирующие операции. В конструкциях многих погрузочно-разгрузочных машин непрерывного действия конвейеры — важнейший составной элемент, транспортирующий груз от захватного органа (приёмного бункера) до места погрузки в вагоны, автомобили, бункера или на участки склада [2].

На рисунке 1 показана зависимость расхода энергии на подъем 1 т горной массы для различных типов транспорта от глубины карьера. Как видно из рисунка, расход энергии на подъем на поверхность горной массы наиболее экономичен для конвейерного транспорта [6].

Конвейеры по роду привода подразделяют на три группы: механические, пневматические и гидравлические. Механические конвейеры бывают с гибким и без гибкого тягового органа. У первых тяговым органом служит лента, канат или цепь, вторые — это винтовые, приводные роликовые и инерционные конвейеры. В отдельную группу выделены самотечные гравитационные конвейеры, перемещающие груз по наклонным плоскостям за счет составляющей силы тяжести груза.

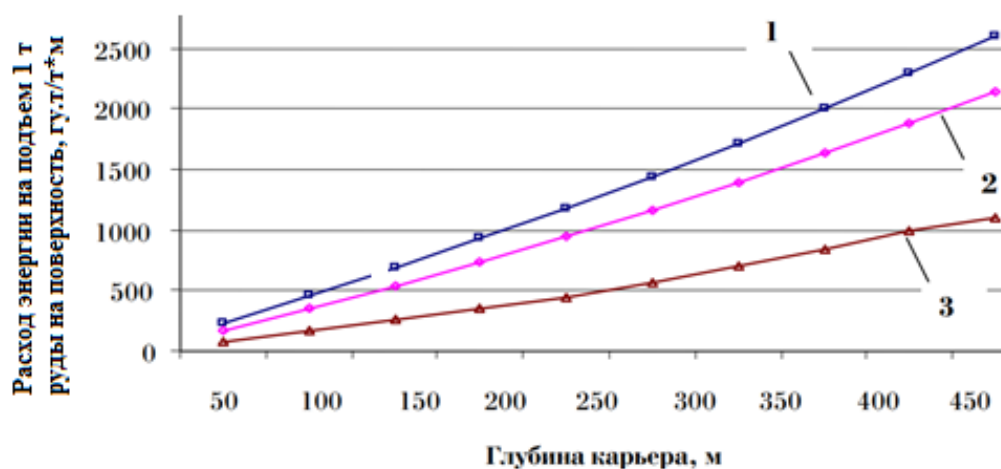


Рисунок 1 – Зависимость расхода энергии на подъем 1 т горной массы для различных типов транспорта от глубины карьера: 1 – автомобильный транспорт; 2 – железнодорожный транспорт; 3 – конвейерный транспорт [6]

По конструктивным признакам, конвейеры подразделяются на ленточные, канатно-ленточные, цепные, пластинчатые, лотковые, скребковые, винтовые, инерционные, вибрационные и гравитационные [1]. Из всех существующих видов транспорта приемлемыми, по возможности применения в подземных условиях оказались два вида: ленточный и скребковый.

Ленточный конвейер – транспортирующее устройство непрерывного действия с рабочим органом в виде ленты, рисунок 2.



Рисунок 2 – Ленточный конвейер [2]

В ленточных конвейерах лента является и тяговым, и грузонесущим органом. Ленточные конвейеры используются для перемещения сыпучих, кусковых и штучных грузов на значительные расстояния. Ленточными конвейерами грузы можно транспортировать и под углом к горизонту, значения которого зависят от свойств перемещаемого груза и конструкции используемой ленты. Груз перемещается по ленте в горизонтальной плоскости или под углом до 30° к горизонту. Скорость движения ленты зависит от рода перемещаемого груза и ширины ленты [2].

Скребокный конвейер – транспортирующее устройство непрерывного действия, в котором перемещение насыпных грузов осуществляется по неподвижному желобу – рештаку, с помощью скребков, закрепленных на одной или нескольких тяговых цепях и погруженных в слой насыпного груза, рисунок 3.



Рисунок 3 – Скребокный конвейер [3]

Скребокный конвейер применяется для перемещения различных пылевидных, зернистых и кусковых грузов. В этих конвейерах груз перемещается по неподвижному желобу при помощи скребков, закрепленных на движущей цепи. Скребокные конвейеры часто применяют в качестве питателей в погрузочно-разгрузочных машинах.

Рабочие инструменты ленточного и скребкового конвейеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рабочие инструменты ленточного и скребкового конвейеров [2,4]

Рабочие инструменты конвейеров	
ленточный	скребковый
рама	став
натяжной барабан	цепь
приводной барабан	скребки
транспортная лента	желоба
ролики конвейера	приводная станция
-	концевая головка

Рабочей ветвью скребкового конвейера могут быть как нижняя, так и верхняя ветви. Имеются конвейеры, у которых и нижняя, и верхняя ветви рабочие, перемещающиеся по самостоятельным желобам [3].

Основные параметры ленточного и скребкового конвейеров представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры конвейеров [3]

Параметры, ед. изм.	ленточный	скребковый
Производительность, т/ч	1000 и более	50 – 350
Ширина ленты/скребка, мм	от 300 до 2000	200 – 200
Скорость, м/с	0,8 – 4	0,16 – 1
Длина, м	до 4500	60 – 100

Преимущества ленточных конвейеров – высокая производительность, большая длина одного става, малое измельчение угля при транспортировании, простота конструкции, относительно небольшая масса, высокие надежность и работоспособность, бесшумность работы, возможность полной автоматизации, безопасность, а также организация поточного вида транспорта, имеют большой запас по производительности, по сравнению с другим видом транспорта.

Недостатки ленточных конвейеров – быстрый износ роликоопор, необходимость частого центрирования хода ленты, сложность переноски на новую дорогу, чувствительность к искривлению оси конвейера в плане. Основным, наиболее дорогим и быстроизнашиваемым элементом ленточных конвейеров типовой роликовой конструкции является лента, стоимость которой составляет 65-75 % стоимости всего конвейера, а срок службы редко превышает 1,0-1,5 года [4].

Преимущества скребковых конвейеров – простота конструкции, необязательность высокой точности изготовления, возможность размещения загрузочных и разгрузочных устройств в различных точках по трассе конвейера. Большим преимуществом скребковых конвейеров является то, что они могут разгружаться и загружаться на любом участке желоба. Используются такие конвейеры для перемещения грузов на расстояние до ста метров.

Недостатки скребковых конвейеров – измельчение транспортируемого материала, большой расход энергии, быстрый износ желоба и рабочих органов при перемещении абразивных материалов, возможность заклинивания, а также шум, создаваемый трением груза и элементов конвейера о желоб и направляющие [5].

Исходя из технических характеристик ленточных и скребковых конвейеров, их параметров, а также их достоинств и недостатков, можно сделать вывод, что на каждой угольной шахте необходимы в использовании ленточный и скребковый конвейерный транспорт. Также, на сегодняшний день, крайне важным становится автоматизация и информатизация средств транс-

портировки. Для этого необходимо скребковые конвейера, доставляющие горную массу до конвейерных штреков, оснащать устройствами контроля целостности цепей, исправности става и исправности скребков. Для ленточных конвейеров рекомендуется предусматривать приводные и бесприводные скребки и щетки для очистки ленты от штыба, термокабелями для диагностирования температуры ленты. Ленты, снабженные металлическими тросами, рекомендуется оснащать дефектоскопами, измеряющие число оборвавшихся в тросе проволок.

Библиографический список

1. Машины и механизмы непрерывного действия [Электронный ресурс] // Инфопедия. - 25.01.2017. – Режим доступа: <https://infopedia.su/16xb91d.html> (дата обращения: 18.10.2021).

2. Устройство ленточных и скребковых конвейеров [Электронный ресурс] // Allbest. - 08.12.2014. Режим доступа: https://revolution.allbest.ru/transport/00491831_0.html (дата обращения: 18.10.2021).

3. Скребковый конвейер: устройство, типы, назначение [Электронный ресурс] / Андрей Горбунов // СТАНКИ ЭКСПЕРТ. Режим доступа: <https://stankiexpert.ru/tehnologicheskaya-osnastka/prisposobleniya/skrebkovyj-konvejer.html> (дата обращения: 21.10.2021).

4. Ленточные конвейеры: преимущества и недостатки [Электронный ресурс] // Хозяйственная библиотека – Новые технологии. Режим доступа: <https://kniga-stroyka.ru/novy-e-tehnologii/lentochnye-konvejery-preimushchestva-i-nedostatki.html> (дата обращения: 21.10.2021).

5. Скребковые конвейеры: преимущества и недостатки [Электронный ресурс] // Studizba. Режим доступа: <https://studizba.com/lectures/129-inzhenerija/1916-mashiny-nepreryvnogo-transporta/37418-15-skrebkovye-konvejery.html> (дата обращения: 21.10.2021).

6. Выбор оптимальной области применения определенного вида карьерного транспорта при отработке месторождений Забайкалья // [Электронный ресурс] / П.Б. Авдеев – 109с. // Cyberleninka. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-optimalnoy-oblasti-primeneniya-opredelenno-vida-kariernogo-transporta-pri-otrabotke-mestorozhdeniy-zabaykalya> (дата обращения: 22.10.2021).

7. Разработка технологических решений по повышению эффективности использования основного транспорта на угольных шахтах // Р.Г. Коновалов, С.В. Риб / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 11-15 февраля 2019 г. / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. ред. М. В. Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. - С. 62 - 66.

КИТАЙ МОЖЕТ НЕ ПРЕКРАЩАТЬ ДОБЫЧУ УГЛЯ

Елкина Д.И.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: yolkinadasha00@gmail.com*

В данной статье проведен анализ развития и затухания угольной промышленности Китая, замены угля другими видами топлива: атомными, биотопливными электростанциями, гидроэлектростанциями, ветровыми электростанциями, а также предложено использовать Цикл Аллама, с помощью которого выбросы CO₂ не будут осуществляться в атмосферу.

Ключевые слова: уголь, шахта, добыча, топливо, электростанции.

Горючий камень – ископаемый каменный уголь – был известен еще в древности. Его примитивная добыча велась в древнем Китае и античной Греции, где он использовался как топливо. По некоторым сведениям, в одном из крупнейших угольных районов Китая, в Фуншуе каменный уголь применяли для выплавки меди 3 тысячи лет тому назад [1].

В ходе геологической экспедиции в провинции Аньхой, расположенной в центральном Китае, были обнаружены более 5 млрд. тонн залежей угля. Это крупнейшие запасы угля в регионе пояса реки Янцзы.

Геологи обнаружили 4,79 млрд. тонн угля в шахте Паньцзи. Находка позволила бы предотвратить истощение угольного рудника в месторождении Хуайнань на севере провинции Аньхой, добыча из которого началась в 1980-х годах.

Китай – третье государство мира по объему запасов угля, общее количество которого составляло 114 млрд. тонн. Уголь является главным источником энергии в Китае. Угольная промышленность Китая считалась одной из наиболее опасных в социальном и экономическом плане отраслей.

Китай всегда был мировым лидером по добыче угля, всегда являлся крупнейшим производителем и потребителем каменного угля в мире и является крупнейшим потребителем электроэнергии из угля. Большая часть необработанного угля, добываемого в Китае, использовалась для выработки электроэнергии, а около 20 % – для производства коксующегося угля для сталелитейных заводов [1].

Добыча велась на территории 27 регионов, эксплуатировалось 10,7 тыс. шахт и разрезов, из них 90 % приходилось на объекты малой мощности. Главным угледобывающим регионом была провинция Шаньси, где были расположены крупнейшие государственные угольные шахты.

По объему потребления угля Китай занимает 1-е место в мире, обеспечивая 50,0 % мирового потребления. На уголь приходится 63,7 % потребля-

емых в стране первичных энергоресурсов.

Внутренние потребности в угле практически полностью обеспечивались за счет собственной добычи. Основными потребителями угля в Китае были: предприятия электроэнергетики (55 %), коксохимической промышленности (17 %), цементной промышленности (7 %), население (4 %) (таблица 1).

Таблица 1 – Потребление угля за 2007 год (млн. тонн)

Где используется	Антрацит	Коксующий Уголь	Другие виды
Домашнее использование	0	0	71,7
Промышленность	24,6	16,3	342,1
Электростанции	0	0,2	1305,2
Тепловые станции	0	0,19	153,7
Другие сферы	0	359,2	84,0

Одним из наиболее приоритетных направлений использования угля является производство синтетического жидкого топлива (СЖТ) [2].

Китай являлся крупным нетто-импортером угля. В 2015 г. при экспорте в 5,2 млн. тонн импорт составил 155,9 млн. тонн. Такое положение обуславливалось конкурентоспособностью импортных углей в южных районах Китая.

Крупнейшими экспортными портами Китая, обрабатывающими угольные грузы, были Циньхуандао, Тангшан и Кангжоу. Основные порты, обслуживающие импорт угля, расположены на юге страны в провинции Гуандун.

Будучи крупнейшим производителем и потребителем угля на мировой арене, Китай на 2010 год был государством с самым высоким углеродным следом. За год промышленность суммарно «вырабатывало» порядка 10 млн. тонн CO₂, а это более 25 % от всего объёма выбросов на планете.

Годовое потребление Китаем угля держится на уровне 4 млрд тонн. Чтобы достигнуть чистых нулевых выбросов, государство изменило в корне действующий механизм добычи, импорта и потребления угля. Теперь Китаю придётся за 40 лет решить, как эффективно использовать свои огромные запасы чёрного топлива.

Загрязнение воздуха в Китае ежегодно убивает 750 000 человек, согласно исследованиям Всемирного банка. Выбросы CO₂ в Китае, 1998–2004 гг., связанные с ископаемым топливом, (в миллионах метрических тонн CO₂) показано в таблице 2.

Использование угля для производства энергии также серьезно воздействует на состояние окружающей среды Китая [2].

Таблица 2 – Выбросы CO₂ в Китае

Выбросы CO ₂	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CO ₂ из угля	2,363	2,287	2,339	2,472	2,518	2,731	3,809
CO ₂ из природного газа	47	51	57	64	69	72	83
CO ₂ из нефти	531	566	636	653	686	737	816
Всего CO ₂ из всех видов топлива	2,940	2,905	3,033	3,190	3,273	3,541	4,707

С 2016 года началось массовое закрытие угольных шахт. Предприятия убрали небольшие или устаревшие шахты для усовершенствования отраслевой структуры. Китай решил закрыть угольные электростанции и теплоэлектростанции, заменив их на газовые электростанции в целях улучшения качества воздуха в столице. Последние 5 лет одна только провинция Шанси закрыла 163 шахты. В 2020 году прекратили деятельность 57 угольных шахт, где ежегодно добывалось около 30 млн т угля. Несмотря на все меры, Китай на 2020 год по эмиссии CO₂ в атмосферу занимает первое место (рисунок 1).

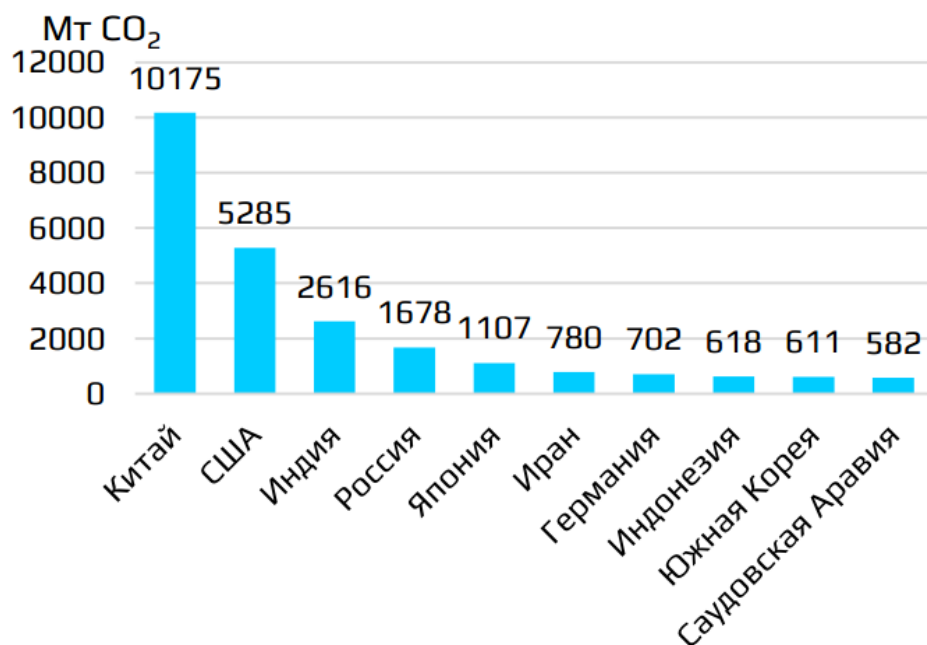


Рисунок 1 – Эмиссия CO₂ за 2020 год [3]

В сентябре 2020 года президент Си Цзиньпин сказал, что к 2060 году Китай станет углеродно-нейтральной страной. По стратегии, через 40 лет страна обязалась на 96 % снизить потребление угля. Кроме того, на 75 % сократится использование газа, на 65 % — нефти. На смену традиционному топливу придут атомные, биотопливные электростанции, ГЭС, ВЭС и другие альтернативные источники энергии. К 2060 году их доля в общей производимой электроэнергии должна достигнуть 80 % [3].

Для того, чтобы сократить выбросы газов в атмосферу, предлагается использовать Цикл Аллама (рисунок 2).

Принцип действия Цикла Аллама заключается в том, что природный газ сжигается в камере сгорания с чистым кислородом под высоким давлением, а получившийся в результате реакции CO₂ затем по замкнутому контуру проходит через специальную турбину и возвращается обратно в процесс. Система имеет КПД в 58,9% и высокую степень захвата углерода – почти 100 %. Цикл Аллама позволит сократить выбросы в атмосферу до нуля. Следовательно, данный способ позволит продолжать добывать уголь в Китае и не закрывать шахты.

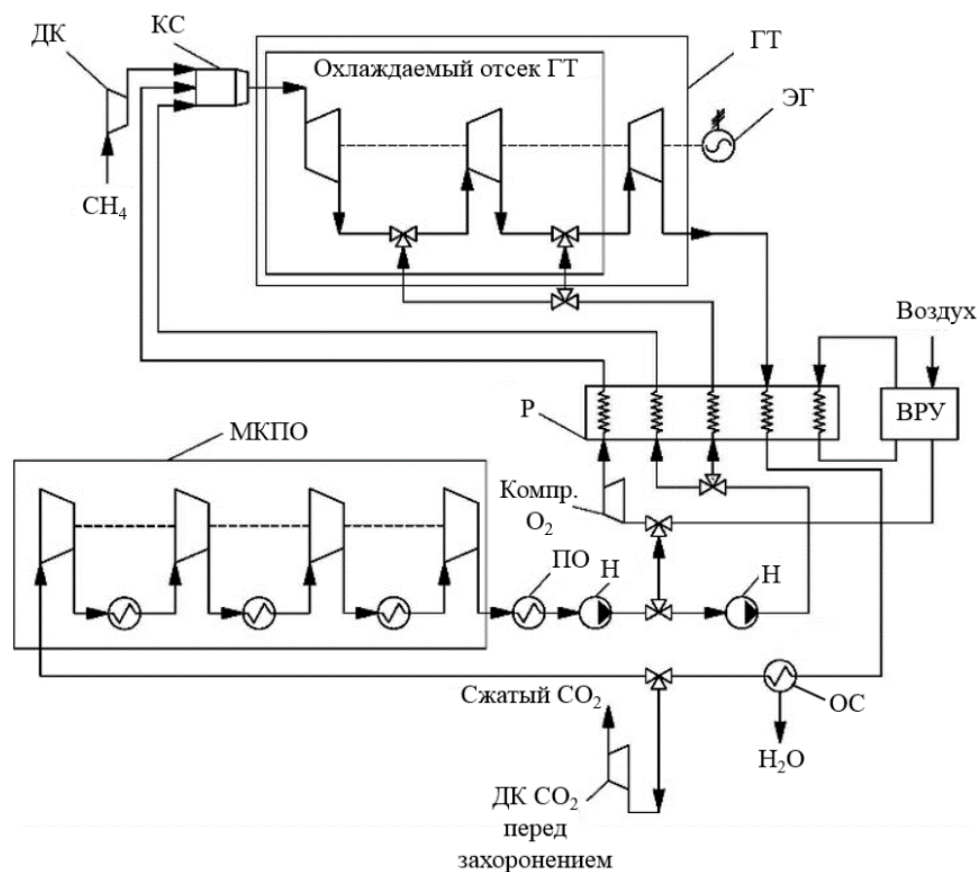


Рисунок 2 – Схема Цикла Аллама [4]

Таким образом, устранение вредных выбросов с помощью Цикла Аллама позволит и дальше предприятиям производить добычу угля, при этом не нанося существенного вреда окружающей среде.

Библиографический список

1. В центре Китая обнаружены крупнейшие запасы угля [Электронный ресурс] // Южный Китай. Особый взгляд – 26.11.2015. – Режим доступа: <https://south-insight.com/node/217772> (дата обращения: 27.10.2021).
2. Уголь в Китае - Coal in China [Электронный ресурс] // Википедия. – Режим доступа: https://wikichi.ru/wiki/Coal_in_China (дата обращения: 28.10.2021).
3. Уголь в Китае. (Не)зависимое государство [Электронный ресурс] // drom.online. Портал для недропользователей. – Режим доступа: <https://drom.online/chindustry/ugol-v-kitae-ne-zavisimoe-gosudarstvo> (дата обращения: 28.10.2021).
4. Запущена первая в мире ТЭС, работающая на основе Цикла Аллама [Электронный ресурс] // тэжно:///блог. – Режим доступа: <https://teknoblog.ru/2017/02/26/7532> (дата обращения: 29.10.2021).

ПРИМЕНЕНИЕ ШАХТНОГО МЕТАНА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Панфилов В.Д., Лесных А.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vadim.panfilov.2000@gmail.com*

В данной статье приведен анализ вреда выбросов метана, рассмотрены методы снижения и дальнейшего применения данного газа.

Ключевые слова: метан, выбросы, Кузбасс, угольные пласты, получение тепловой энергии, получение сырья.

Метан является вторым по значимости антропогенным парниковым газом после двуокиси углерода (CO_2) с долей в общемировом объеме выбросов около 20 процентов, содержание которого растет в связи наращиванием производственного потенциала для обеспечения потребностей растущего населения планеты, что прослеживается по статистике, представленной на рисунке 1.



Рисунок 1 – Зависимость потребления ресурсов и увеличения производства от количества населения планеты

Метан считается «кратковременным климатообразующим фактором», поскольку продолжительность его пребывания в атмосфере относительно невелика и составляет около 12 лет. Несмотря на то, что метана попадет в

атмосферу меньше, чем CO_2 , он является более опасным для экологии, так как его тепловой эффект превышает тепловой эффект углекислого газа почти в 30 раз [1].

На территории Кузбасса основными источниками эмиссии метана в атмосферу являются: добыча угля, производство и использование промышленной продукции, притом доля газа, выделяемого при добыче угля относительно других антропогенных источников, составляет около 65%, так как регион является угледобывающим, что отражено на рисунке 2 [3].

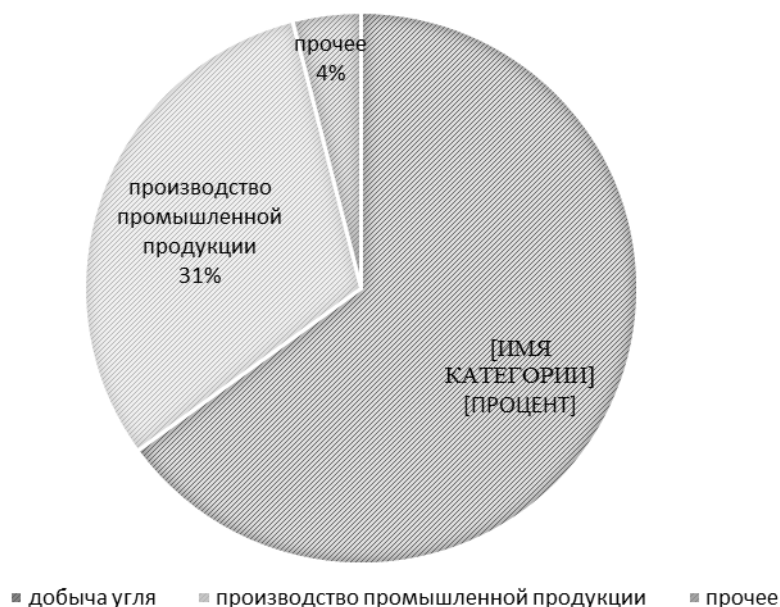


Рисунок 2 – Структура выбросов парниковых газов в Кузбассе [1]

В Кемеровской области одной из главных проблем ведения горных работ является высокая концентрация CH_4 в угольных пластах, которая идет на увеличение при добыче качественных и редких марок коксующегося угля и постоянном увеличении глубины разработки месторождений, что создает растущий риск возникновения гео и газодинамических явлений и увеличивает количество выбросов метана в атмосферу, так как большинство угольных предприятий Кузбасса не используют и не утилизируют метан, а просто выпускают его в атмосферу, что пагубно влияет на экологию и ставит вопрос уменьшения количества выбросов данного парникового газа. Предварительная дегазация угольных пластов является дорогостоящим и невыгодным процессом и редко используется в России угледобывающими предприятиями [5].

Во время проветривания горных выработок исходящая струя выбрасывает огромное количество метана в атмосферу, который может быть использован для производства синтетических горючесмазочных материалов (ГСМ), автомобильного топлива, химического сырья [2-4]. Так же широкое применение данный газ имеет в энергетическом комплексе. При сжигании угля на ТЭС для одного киловатт электроэнергии необходимо 0.6 кг угля. Из 100

тонн можно получить около 160 тыс кВт электроэнергии, что в переводе выдаст около 150 тыс кВт тепла в отличие от 390, полученных от сжигания метана. Средний расход тепловой энергии 2.4 кВт/сутки. Из этого следует, что выбросов метана одной шахты будет достаточно для отопления приблизительно 160 тыс. м² жилых или работающих помещений (2000 средних 3х комнатных квартир по 80м²), что носит экономический характер, позволяющий тепловым станциям экономить средства, затрачиваемые на производство электроэнергии.

На сегодняшний день подобные мероприятия реализует ООО «Распадская угольная компания», выбросы метана на территории производств которой составили около 1/3 от общих выбросов парниковых газов. С целью понижения уплаты экологического налога и снижения нагрузки на окружающую среду на шахтах «Алардинская» и «Ерунаковская-VIII» реализованы проекты утилизации метана с использованием факельных установок, а также прорабатываются проекты газогенерации метана с использованием газопоршневой электростанции общей мощностью 1,5 МВт на ООО Шахта «Ерунаковская-VIII» и газовой котельной теплопроизводительностью 3,0 МВт на ООО Шахта «Алардинская». Проект позволяет утилизировать метан и вырабатывать тепло и электроэнергию одновременно для использования в технологических нуждах шахт [6-8].

Вывод. Рациональное использование метана шахт Кузбасса позволит снизить темпы роста парникового эффекта, создаст сырьевую базу для других производств, уменьшит количество расходов на производство электроэнергии, снизит экологический налог с производств.

Библиографический список

1. Кузбасс- абсолютный лидер по выбросу метана [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://kuzpress.ru/old/ecology/25-10-2020/78069.html/>, свободный (дата обращения: 27.10.2021)
2. Применение метана [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа:https://www.niikm.ru/articles/element_articles/methane/, свободный (дата обращения: 28.10.2021)
3. Эмиссия метана при добыче угля: экологические аспекты [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/15618/1/conference_tpu-2015-C66-v2-155.pdf, свободный (дата обращения: 23.10.2021).
4. Роль метана в изменении климата [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: http://www.vernadsky.ru/files/Publishing/rol_metana_v_izmenenii_klimata.pdf, свободный (дата обращения: 25.10.2021).
5. Промысловая добыча метана угольных пластов в Кузбассе как метод снижения угроз экосистеме [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/promyslovaya-dobycha-metana-ugolnyh-plastov-v-kuzbasse-kak-metod-snizheniya-ugroz-ekosisteme>, свободный (дата обращения:

ния: 03.10.2021).

6. «Распадская» направила 120 млн рублей на утилизацию шахтного метана [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4781057>, свободный (дата обращения: 04.11.2021).

7. Разработка рекомендаций по использованию шахтного метана в условиях угольных шахт // А.С. Лесных, А.М. Никитина, С.В. Риб / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общественной редакцией М.В. Темлянцева. 2021. - С. 105-109.

8. Факельные установки для утилизации метана запустили на шахте «Ерунаковская-VIII. [Электронный ресурс]: сайт.– Режим доступа: https://vk.com/wall-185711935_802, свободный (дата обращения: 04.11.2021).

УДК 681.32

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ: ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА И МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ

Панфилов В.Д., Борзых Д.М.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: vadim.panfilov.2000@gmail.com*

В данной статье приведен анализ общемировой цифровизации промышленности, перспектив развития информационной и технологической инфраструктуры горнодобывающих предприятий. Предложены цифровые решения для горного производства, направленные на повышение эффективности функционирования горнотехнической системы в условиях постоянно изменяющихся внешних и внутренних факторов, влияющих на освоение участка недр, приведен пример реализации данных цифровых решений.

Ключевые слова: цифровизация, горнодобывающая отрасль, открытые горные работы, подземные горные работы, диспетчеризация, контроль функционирования.

Общемировой рост количества информации не смог остаться незамеченным современным обществом. С постоянным увеличением объема информации возникла проблема ее обработки, хранения и систематизации. Все это по мере развития компьютерных и цифровых технологий привело к запуску процесса цифровизации, являющимся глобальной тенденцией, которой следуют все страны, нацеленные на развитие конкурентоспособной экономики и улучшение качества жизни населения [2].

Интенсивное развитие и распространение цифровых технологий в последние годы значительно меняет облик ключевых отраслей экономики, что не могло не коснуться и промышленной отрасли, где все больше организаций стремятся перенести бизнес-процессы в цифровую среду, тем самым существенно снижая издержки и значительно улучшая свою экономическую деятельность [1-4]. Динамика развития цифровых технологий представлена на рисунке 1.

Уровень конкурентоспособности предприятий в горной промышленности определяется в первую очередь темпом производительности и эксплуатационно-техническим превосходством. На сегодняшний день многие горные предприятия используют малый процент данных, получаемый от работы оборудования, перемещения людей, показателей эффективности проведения горных процессов, что ставит важный вопрос о внедрении цифровых технологий, возможности которых почти безграничны, ведь именно полномасштабная цифровизация предприятий горной промышленности способна объединить и обеспечить взаимодействие отдельных друг от друга горных процессов, повысив тем самым эффективность работы горного производства. В процессе цифровой трансформации можно выделить следующие решения, которые активно внедряются на многих предприятиях: автоматизация управления бизнес-процессами, связанными с основной деятельностью предприятия, добычей и транспортировкой породы, извлечением полезного ископаемого; использование компьютерного моделирования геологических объектов на основе результатов геологоразведочных работ для подсчета запасов и планирование их отработки; оцифровка и доверенное хранение собранной геологической информации и данных, полученных в ходе проведения геологоразведочных работ [5].

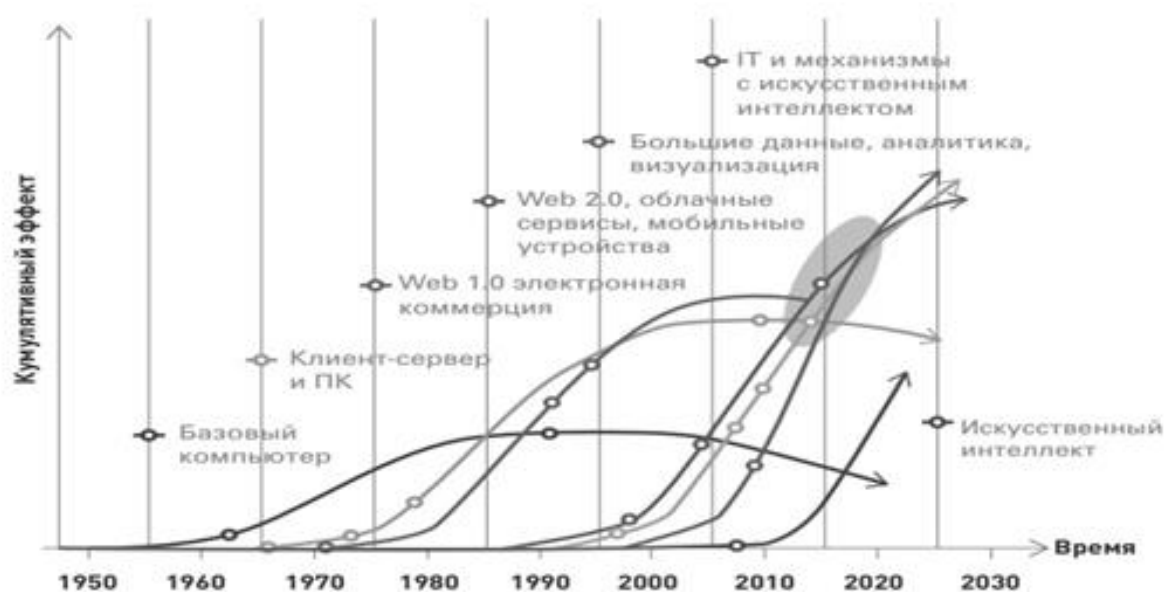


Рисунок 1 – Временная хронология роста развития цифровых технологий [6]

Рассмотрим данные решения на конкретных примерах.

Данные, вычислительная мощность и обеспечение связей. Внедрение огромного числа датчиков в физические объекты, выдающих большие объемы данных для анализа и обеспечения связи между машинами, становится все более доступным. Например, интеллектуальные сети могут сообщать необходимую информацию технологам. Таким образом, ежедневно генерируется больше данных. Персонал уже получает огромное количество данных от датчиков, в результате чего создается более точная и последовательная картина реальных условий.

Аналитика и развитые информационные возможности. Достижения в области аналитики, от машинного обучения до улучшенных статистических методов интеграции информации, помогают преобразовать обширные наборы данных в представление о вероятности будущих событий. Такие задачи горной промышленности, как геологическое моделирование, ежедневное планирование и профилактическое обслуживание, все чаще входят в область интеллектуальных статистических и оптимизационных алгоритмов.

Цифрофизическое преобразование. Достижения в робототехнике делают полностью автономное оборудование более доступным и эффективным. Между тем технологические достижения в таких областях как искусственный интеллект повышают сложность робототехники и расширяют область её применения. В горной промышленности использование дистанционно-управляемого и ассистируемого контрольного оборудования может стать повсеместным, а внедрение полностью автономного оборудования укорит процессы в транспортировке, бурения и др.[6]

Все представленные процессы ведут к лучшему планированию и сокращению простоев и, следовательно, к снижению затрат на техническое обслуживание. Использование интеллектуальных программных и аппаратных модулей для управления энергией связывает энергетический менеджмент с автоматизацией и, таким образом, обеспечивает прозрачность энергоснабжения шахты, что приводит к эффективному использованию энергии и лучшему контролю затрат. Общая база данных для инженерной деятельности и документации способствует последовательному управлению данными, их обновлению, снижению затрат и времени на конструирование и, следовательно, увеличению времени безотказной работы оборудования [1,5]. Пример автоматизированного предприятия представлен на рисунке 2 [6].

Одной из организаций, которая занимается активным внедрением цифровых технологий является ООО «Распадская угольная компания» [7]. На территориях производств компании активно внедряется сеть видеокамер и датчиков. Видеокамеры обладают инфракрасной подсветкой для съемки в темноте и тепловизорами, которые фиксируют тепловые источники: могут распознать как человека, так и нагретое оборудование. В случае нахождения работника в опасной зоне комбайна система автоматически отключает технику. Посредством Wi-Fi изображение с камер передается на мониторы гор-

ного диспетчера и руководителей предприятия. Концептуальная схема работы подобных систем представлена на рисунке 3 [8].



Рисунок 2 – Пример автоматизированной работы горного предприятия [6]



Рисунок 3 – Концептуальная схема работы и обработки показаний, поступающих с горного предприятия [8]

Так же был освоен современный гаджет горняками ООО «Разрез «Распадский» и нового участка открытых горных работ шахты ООО «Распадская-Коксовая». С помощью специальных беспилотных летательных аппаратов маркшейдеры проводят точные и быстрые расчеты горных работ.

Еще один пилотный проект - станция автоматической привязки самоспасателей к головным светильникам. Уже реализовано на ООО «Шахта «Осинниковская» и внедряется на других предприятиях ООО «РУК». Для этого в ламповой установили стенды. Теперь, чтобы спуститься в шахту, горняк должен поднести к любому из них головной светильник и приложить личный пропуск. Пункт самообслуживания подключен к системе подземного позиционирования P1excot, которая с 2010 г. успешно используется на шахтах компании. Она позволяет определять местонахождение шахтеров в горных выработках благодаря радиометкам, встроенным в головные светильники [8].

Приобретение на шахты «Чертинская Коксовая» и «Костромовская» в 2021г пункта коллективного спасения персонала (ПКСП) и пункта переключения самоспасателей (ППС) где время нахождения в камере спасения без ущерба здоровью персонала, составляет 72 часа, рисунок 4, а также головных светильников с видеорегистраторами для применения работниками группы прогноза динамических явлений и при приемке дегазационных скважин по окончании бурения является тоже интересным решением компании ООО «ММК-УГОЛЬ», рисунок 5 [5].

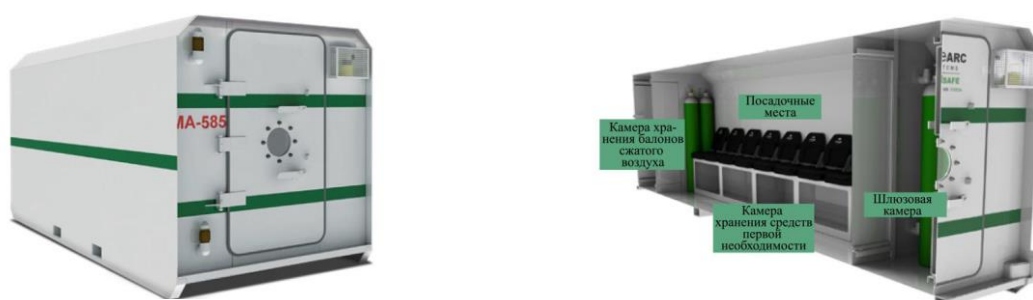


Рисунок 4 – Пункт коллективного спасения персонала (ПКСП) и пункт переключения самоспасателей (ППС) [5]



Рисунок 5 – Головные светильники с видеорегистраторами [5]

Плюсов у нововведения много. Прежде всего, это дополнительная мера безопасности при работе под землей.

Таким образом, процесс цифровизации – важный процесс на сегодняшний день, который нельзя обойти стороной с ростом количества информации и научно-техническим прогрессом. Предприятия горного производства смогут выйти на принципиально новый уровень, переходя на автоматизированную работу, за счет современных технических решений и методов, что в конечном итоге повысит качество добычи полезного ископаемого, улучшит показатели условий и охраны труда и будет иметь положительный экономический эффект как для отдельных предприятий, так и для всей отрасли в целом.

Библиографический список

1. Цифровая трансформация горнодобывающего предприятия: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://www.vnedra.ru/novosti/czifrovaya-transformacziya-gornodobyvayushhego-predpriyatiya-napravleniya-razvitiya-8799/>, свободный (дата обращения: 01.11.2021).

2. Перспективы цифровизации промышленного производства: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivu-tsifrovizatsii-promyshlennogo-proizvodstva>, свободный (дата обращения: 27.10.2021).

3. Трансформация промышленности в цифровой экономике: проблемы и перспективы: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/transformatsiya-promyshlennosti-v-tsifrovoy-ekonomike-problemy-i-perspektivy>, свободный (дата обращения: 03.11.2021).

4. Обзор мировых трендов цифровизации экономики: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obzor-mirovyh-trendov-tsifrovizatsii-ekonomiki>, свободный (дата обращения: 27.10.2021)

5. Цифровая трансформация горнодобывающей отрасли: технические решения и технологические вызовы: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovaya-transformatsiya-gornodobyvayuschey-otrasli-tehnicheskie-resheniya-i-tehnologicheskie-vyzovy>, свободный (дата обращения: 03.11.2021).

6. Цифровизация в горной промышленности: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <http://www.good-climate.com/materials/files/152.pdf>, свободный (дата обращения: 03.11.2021).

7. Никитин А.И. Универсальный автоматизированный учет измерения длины дегазационных скважин / А.И. Никитин, С.В. Риб, А.М. Никитина // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Вып. 22. Часть II. Естественные и технические науки. / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М. В. Темлянцева. - Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2018. - С. 80-83.

8. Распадская угольная компания ЕВРАЗ: в шахту – с планшетом, на разрез – с квадрокоптером: [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspadskaya-ugolnaya-kompaniya-evraza-v-shahtu-s-planshetom-na-razrez-s-kvadrokopterom>, свободный (дата обращения: 03.11.2021).

АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ И СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ

Турмий Я.А., Рязанова Е.М.

Научный руководитель: канд. биол. наук Семина И.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: turmiy.011@mail.ru*

В данной статье рассматриваются проблемы изменения климата, способы снижения возрастающей концентрации углекислого газа в атмосфере и определены задачи для дальнейших исследований в данной сфере.

Ключевые слова: глобальное потепление, рекультивация нарушенных земель, секвестрация и эмиссия углерода, литогенные ресурсы.

Изменение климата представляет собой наиболее серьезный кризис настоящего времени, и оно происходит существенно быстрее, чем мы предполагали. Ни один уголок земного шара не застрахован от разрушительных последствий изменения климата. Повышение температуры является непосредственной причиной деградации окружающей среды, стихийных бедствий, экстремальных погодных явлений, отсутствия продовольственной безопасности и безопасности водных ресурсов, экономических потрясений, конфликтов и терроризма. Повышается уровень моря, тают арктические ледники, гибнут коралловые рифы, происходит закисление океана и бушуют лесные пожары.

В настоящее время, причины глобального потепления со стопроцентной достоверностью не установлены. Однако, большинство научных исследователей считают, что главный виновник повышения температуры на Земле – человек. Если ранее повышение среднегодовой температуры воздуха на десятые доли градуса происходило в течение тысячелетий, то с началом развития промышленности для повышения среднегодовой температуры достаточно пары десятков лет. Этот процесс и называют глобальным потеплением, и его последствия могут быть катастрофическими.

Повышение температуры поверхностного слоя атмосферы приводит к смещению климатических зон, вызывая таяние арктических и антарктических льдов, а также вечной мерзлоты, что ведет к повышению уровня Мирового океана. Климатические изменения сказываются и на животном мире. Многие виды вымирают, другие меняют традиционные места обитания. Опасность процесса переселения обитателей тропиков в умеренные широты заключается в том, что тропические животные являются переносчиками болезней, таких как малярия. Кроме того, потепление может привести к росту заболеваемости кишечными инфекциями, астмой, аллергией и респираторными болезнями.

Изменение климата губительно скажется на таких отраслях экономики, как сельское хозяйство и туризм, ухудшит условия жизни во многих странах.

Связывание углекислого газа растениями – один их значимых способов снизить возрастающую концентрацию углекислого газа в атмосфере и снизить темпы глобального потепления. Чем больше растений, тем больше углекислого газа связывается в процессе фотосинтеза, а та его часть, которая уйдет на образование древесины, надолго выпадет из углеродного цикла. Разрушение природных комплексов и выбросы CO₂ в атмосферу ускоряют процессы глобального потепления, которые могут привести к необратимым последствиям и, возможно, катастрофическим последствиям для человечества [1].

Первая попытка повлиять на снижение выбросов парниковых газов была предпринята путем реализации Киотского протокола (2008 – 2012 гг.). Соглашение обязывало стран участников сократить выбросы к 2012 г. Суть Киотского протокола заключалась в создании финансовых механизмов стимулирования глобальное сокращение выбросов парниковых газов. Следствием этого явилась возможность торговли квотами на выброс парниковых газов [2, 3].

Проблемы реализации Парижского соглашения в России обуславливают высокую значимость уменьшения углеродного следа в энергетическом секторе.

Президент России В.В. Путин на международном саммите по вопросам климата (22 – 23 апреля 2021 года) отметил, что в настоящее время в России выполняются все международные обязательства в данной области, это, прежде всего, относится в Рамочной конвенции ООН об изменении климата, Киотского протокола и Парижского соглашения. Выбросы CO₂ в России с 1992 года уменьшились в два раза – с 3, 1 миллиарда тонн эквивалента CO₂ до 1,6 миллиарда тонн. Сегодня, активно ведутся научные исследования в данной сфере, реализуются практически значимые экологические проекты, направленные на поиск решений изменения климата.

Под эгидой Министерства науки и высшего образования РФ для измерения секвестрации и эмиссии углерода создаются карбоновые полигоны и фермы. Уже открыты первые полигоны в семи пилотных регионах.

Снижения эмиссии углерода на территории Кемеровской области – Кузбасса является также актуальной проблемой и обусловлена комплексом взаимосвязанных факторов. Так, вследствие концентрации на относительно малой (95,5 тыс. км²) площади, по сравнению с соседними регионами, развитой горнодобывающей отрасли, доля которой в общероссийском масштабе угледобычи составляет около 60 %, удельная площадь нарушенных земель в Кузбассе чрезвычайно высока. По данным официальной статистики, в Кузбассе нарушено около 100 тыс. га, а по экспертным оценкам – в 1,5 – 2 раза больше. Эта площадь постоянно растет – посчитано, что на 1 млн. т. добываемого угля изымается в среднем 36 га естественных экосистем. Таким обра-

зом, при среднегодовом уровне добычи в 250 млн. т. ежегодно оказываются уничтоженными около 9 тыс. га. [4].

Как отмечают ученые, для восполнения потерь углерододепонирующей функции естественных лесных экосистем региона и уменьшения углеродного следа в результате разработки месторождений полезных ископаемых лесовосстановление в Кемеровской области – Кузбассе должно проводиться на площади не менее 9 тыс. га ежегодно при активном вовлечении внутренних и внешних отвалов угледобывающих предприятий. Для повышения углерододепонирующей способности лесных насаждений на отвалах следует отдавать предпочтение многоярусным природоподобным сообществам с существенной долей хвойных деревьев на спланированных отвалах, верхний слой которых сформирован их благоприятных пород для биологического освоения [5].

Задачи дальнейших исследований:

1. Проанализировать существующие методы и подходы к измерению секвестрации и эмиссии углерода.
2. Оценить литогенные ресурсы рекультивации нарушенных земель в районе исследования (химический, минералогический и петрографический) состав ресурсов.

Библиографический список

1. Wallas-Wells D. The Uninhabitable Earth: Life after Warming. New York, USA: Tim Duggan Books, 2019. 320 p.
2. Федоров Б.Г., Моисеев Б.Н., Синяк Ю.В. Поглощающая способность лесов России: выбросы углекислого газа энергетическими объектами // Проблемы прогнозирования. 2011. № 3. С. 127-142.
3. Добровольные системы и стандарты снижения выбросов парниковых газов / М.А. Юлкин, В.А. Дьячков, А.В. Самородов и др. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF), 2013. 100 с
4. Манаков Ю.А., Куприянов А.Н., Копытов А.И. Добыча каменного угля в аспекте устойчивого развития региона // Уголь. 2018. № 9. С. 89-94. DOI: 10.18796/0041-5790-2018- 9-89-94
5. Семина И. С. Рациональное использование литогенных ресурсов рекультивации как основа для экологически безопасного развития техногенных ландшафтов / И. С. Семина // Безопасность труда в промышленности. – 2013. – № 11. – С. 36–38.

АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОБЫТИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ШАХТАХ КУЗБАССА

Кротков И.А, Шмидт Н.А.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Волошин В.А.

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

В статье обозначена проблема прогнозирования сейсмических событий, путём сбора и анализа данных, от которых может зависеть возникновение событий или данных, на которые сами события оказывают косвенное или прямое влияние, с последующим построением зависимостей и выявлением закономерностей.

Ключевые слова: событие, энергия, шахтное поле, шахта, исследование.

При ведении горных работ в сейсмически активных зонах в массиве горных пород отмечаются зоны повышенного напряжённо-деформированного состояния [1]. Указанные события различают как природного, так и техногенного характера. Институтом ВНИМИ создана и успешно эксплуатируется система регистрации событий техногенного и природного характера – GITS (далее система). Система регистрирует отдельные события, которые сопровождаются выделением энергии более указанных в паспорте оборудования.

Система позволяет в автоматическом режиме осуществлять мониторинг за напряженно деформированным массивом горных пород в контуре установленных датчиков [2]. Выносные модули необходимо установить в бока выработок, оконтуривающих выемочный участок или часть шахтного поля. Датчики позволяют регистрировать сигналы, записывать информацию и передавать на стойку диспетчеру на поверхности. Устанавливать модули рекомендуется на расстоянии не более 8 километров от базовых модулей в скважинах.

Для того чтобы обезопасить работу в очистном забое необходимо контролировать изменения напряженно-деформированного состояния массива горных пород с использованием полученных данных системы. На сегодняшний день отсутствует методика прогноза вероятного наступления события техногенного характера, что негативно сказывается на работе в подготовительных и очистных забоях. Рабочие не могут считаться в полной безопасности при ведении горных работ в динамически активных зонах, даже после проведения прогнозных мероприятий через установленные интервалы.

Авторами статьи проведена работа по установлению зависимости наступивших событий с энергией более 40 КДж от напряженно деформиро-

ванного состояния горных пород в указанной зоне в предшествующий период. Для этого в радиусе 50м от произошедшего события была проанализирована сейсмическая обстановка за три дня до события. Исследования проводились по трем факторам: количество событий, интенсивность событий и максимальная энергия выделенная на экспериментальной площадке.

Исследования проводились на одной из шахт Кузбасса, где установлена система сейсмологического мониторинга GITS. 15.08.2020 произошло 1 событие, при котором выделилось 38602 Дж энергии, это событие максимальный момент. В дни, предшествующие событию, зарегистрированные события приведены в таблице.

Таблица – Зарегистрированные события

Дата	Количество событий на площадке, шт	Энергия события средняя, кДж	Максимальная энергия события, кДж
12.08.20	7	0,21	0,37
13.08.20	11	0,49	0,92
14.08.20	13	0,63	1,18
15.08.2020	2	19,1	38,23

Анализируя данные мониторинга можно утверждать, что перед максимальным моментом количество событий возрастает, растет интенсивность событий.

На рисунке 1 представлена схема возникновения событий в очистном пространстве.

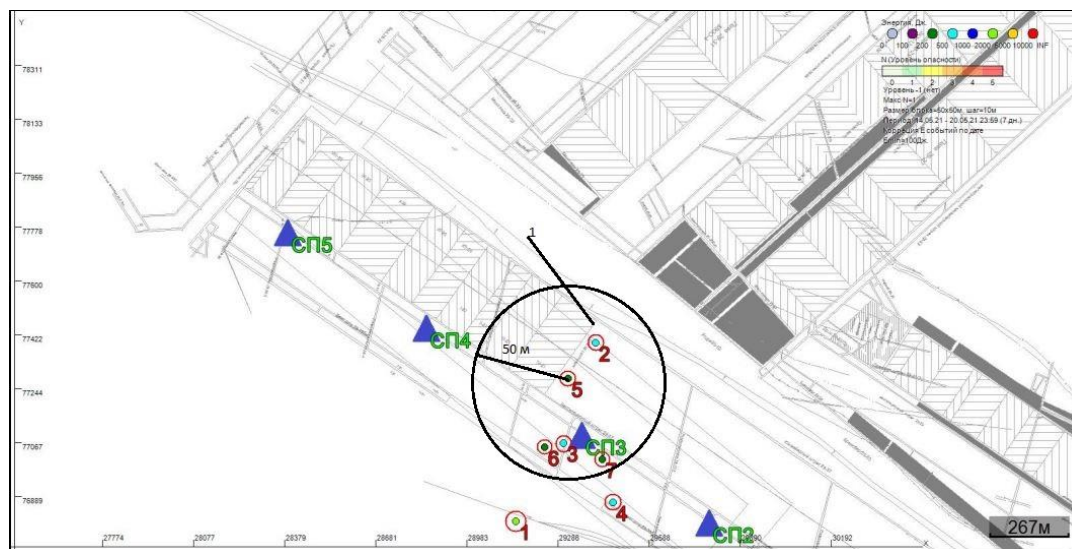


Рисунок 1 - Схема возникновения событий

Выделенная область – это площадка, которая будет исследована. Под цифрой 1 обозначен забой горной выработки.

Пусть возник максимальный момент (событие с максимальной энергией). Тогда можно представить зависимости, которые представлены на рисунках 2,3,4,5,6.

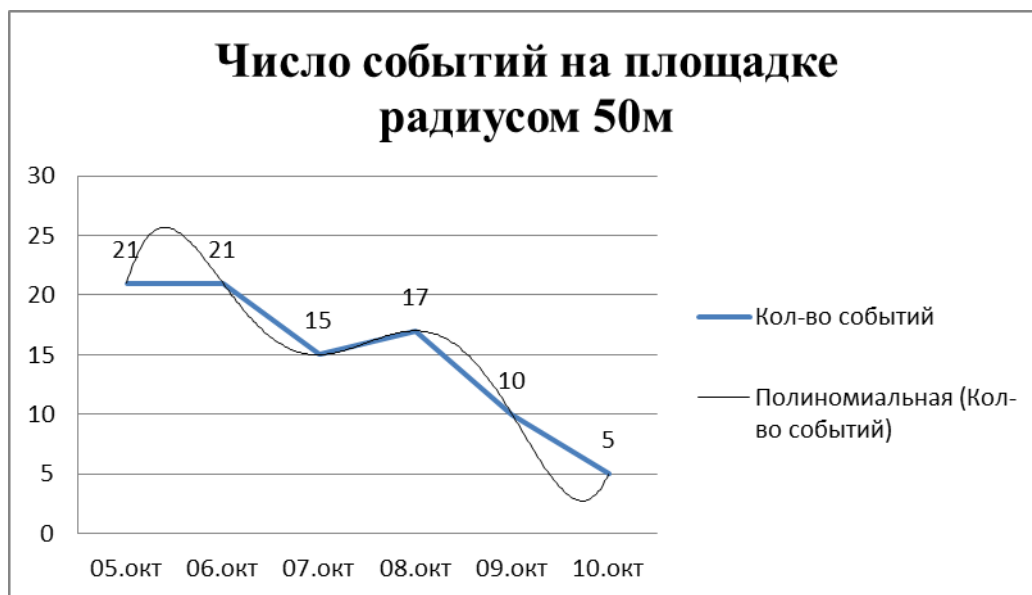


Рисунок 2 – Зависимость численности событий от времени (по вертикальной оси обозначены количество событий, по горизонтальной - дата возникновения событий)

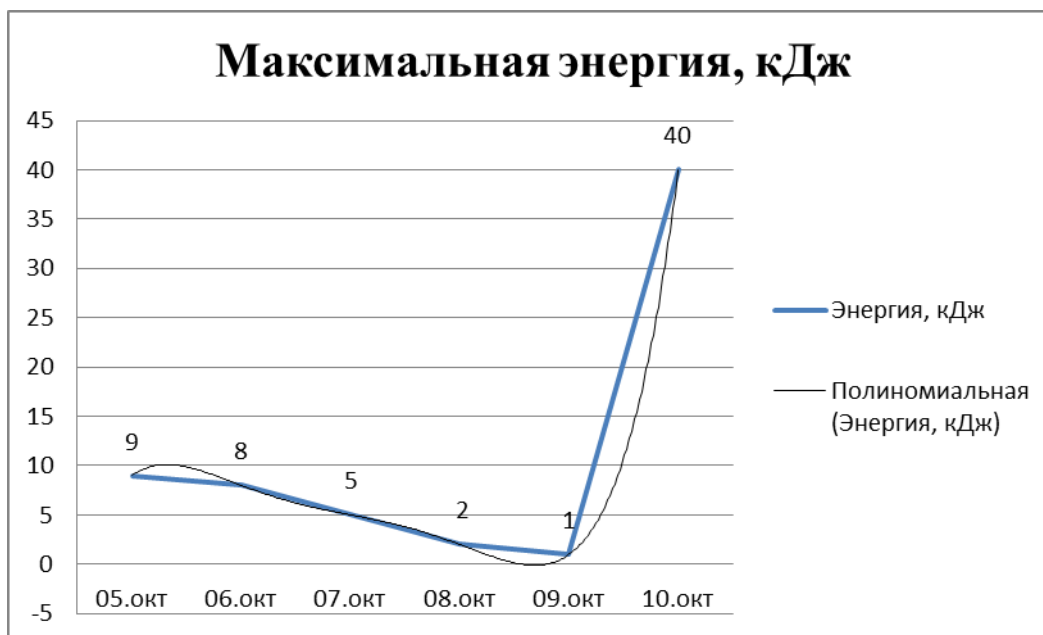


Рисунок 3 – Выделившаяся энергия в зависимости от течения времени (по вертикальной оси обозначена выделившаяся энергия, по горизонтальной дата возникновения событий)

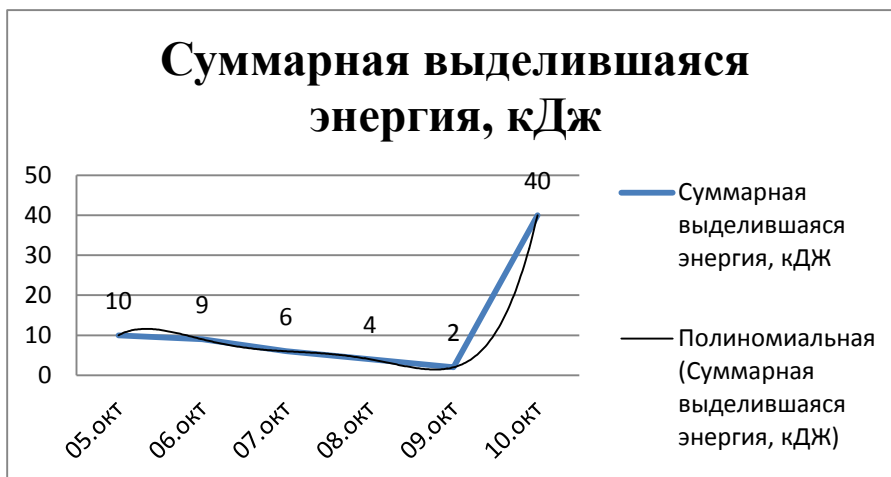


Рисунок 4 – Зависимость суммарной энергии всех событий от времени

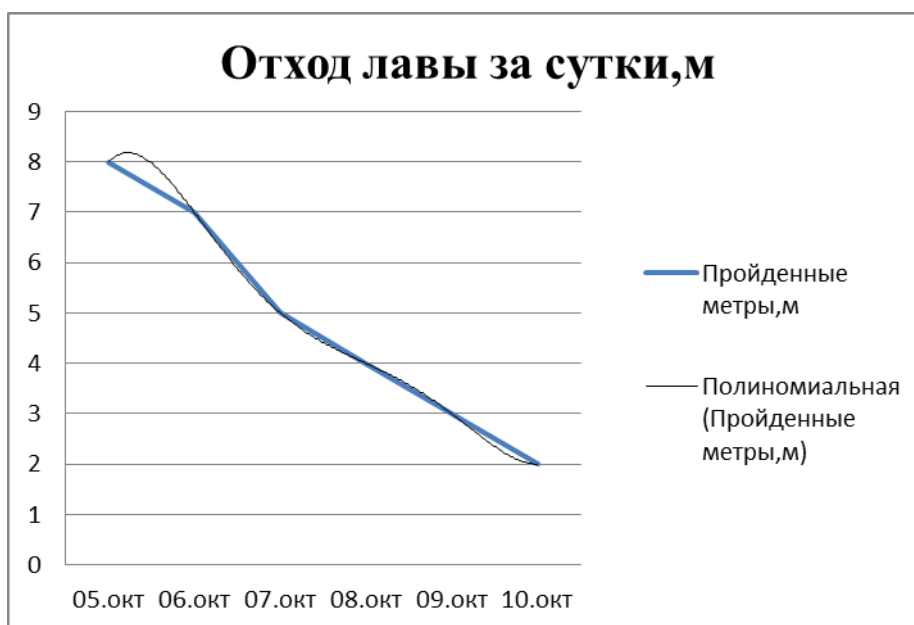


Рисунок 5 – Зависимость пройденных метров очистного забоя за сутки



Рисунок 6 – Суммарное время суточных простоев

Анализируя ещё ряд факторов – расстояние суточного отхода очистного забоя, суммарное время простоев очистного забоя можно установить зависимость появления событий от количества, интенсивности, максимального момента, расстояния отхода очистного забоя и суммарного времени простоя лавы.

Для определения математической зависимости с определением комплексного фактора, предшествующего наступлению события с энергией приближенной к максимально допустимым значениям необходимо проведение большего количества наблюдений, что не представляется возможным без дальнейшего сотрудничества с шахтами.

Библиографический список

1. Риб С.В., Фрянов В.Н., Волошин В.А., Черепов А.А. Закономерности формирования зон повышенного горного давления под влиянием угольного целика-штампа при отработке свиты пластов // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. - № 7. - С. 23 -29.

2. Яковлев Д.В., Лазаревич Т.И. Методические указания по созданию систем контроля состояния горного массива и прогноза горных ударов как элементов многофункциональной системы безопасности угольных шахт (во исполнение требований п. 41 ЕПБ). ОАО «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр ВНИМИ». Санкт-Петербург 2012. – 82 с.

УДК 622.831

МЕТОДИКА БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОНАХ

Кротков И.А, Шмидт Н.А.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Волошин В.А.

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

В статье обозначена проблема повышения уровня безопасности горных работ в условиях высокого опережающего давления, а также при различных техногенных и природных сейсмических событиях, представляющих опасность для ведения горных работ, в том числе в особо опасных условиях.

Ключевые слова: безопасность, динамические явления, сейсмические события, горные работы, угольная шахта.

Геодинамические явления в угольных шахтах неблагоприятно сказываются на условиях добычи полезных ископаемых. Труд шахтёра опасен, особую опасность составляют условия на глубинах более 500 м, где повы-

шенное горное давление не позволяет работать без специальных мероприятий по разгрузке массива. В таких условиях на шахтах Кузбасса происходят события техногенного характера, которые приводят к аварийным ситуациям в подготовительных забоях, к выбросу и выдавливанию породы, и угля с забоя, и к несчастным случаям, в виде смертельного травмирования рабочих.

Для предотвращения возможного проявления динамических явлений широкое применение нашли численные методы моделирования напряженно-деформированного состояния массива горных пород в окрестности выемочного участка [1,2].

Авторами статьи предлагается методика, которая повышает безопасность ведение горных работ в подготовительных забоях.

1. Комплекс «ANGEL-M» [3] основан на приеме и регистрации электромагнитных либо сейсмоакустических импульсов от источников колебаний (в том числе: природных, обусловленных разрушением горных пород в массиве под действием напряженно-деформированного состояния, и искусственно вызываемых внешним воздействием на массив горных пород), а также расчете и анализе параметров этих сигналов (рисунок 1).



Рисунок 1 – Геофизический комплекс ANGEL-M АО «ВНИМИ»

2. Защищённый планшет «Умный напарник». Он фиксирует показатели сейсмических событий разного уровня, которые остаются в базе данных, после этого они выдаются на поверхность для анализа и составление методики дальнейших событий (рисунок 2).

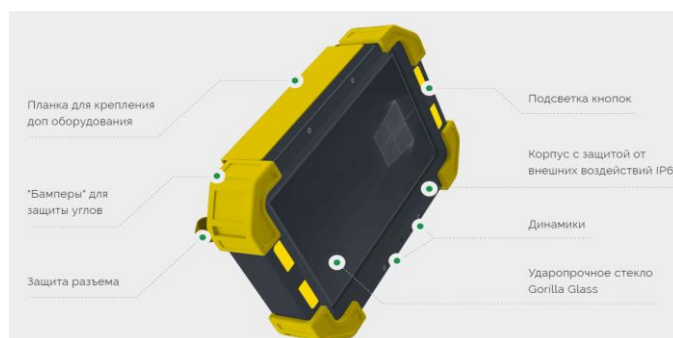


Рисунок 2 – Защищённый планшет «Умный напарник»
ООО «Кузбасс-ЦОТ Электро»

3. Для контроля устойчивости кровли, горных выработок, в подготовительном забое. Авторами статьи предлагается использовать прибор ZetLab (рисунок 3) предназначенный для обнаружения и регистрации сейсмических колебаний различной амплитуды. С помощью этого прибора определяется величина волны импульса при разрушении горных пород. Снимая показания амплитуды разрушения породы в кровле выработки программа на планшете позволяет идентифицировать свойство пород по импульсу, рабочие в забое будут знать какая порода, на какой глубине разрушалась.



Рисунок 3 – Прибор акустический интеллектуальный ZetLab

Для тарировки горных пород в данной выработки рекомендуется раз в сутки брать керн на высоту до 3-метров с определением физических и качественных характеристик вмещающих пород в выработке. Информация передаётся на «Умный напарник», анализируется и сохраняется в базе данных. Наглядное расположение приборов представлено на рисунке 4.

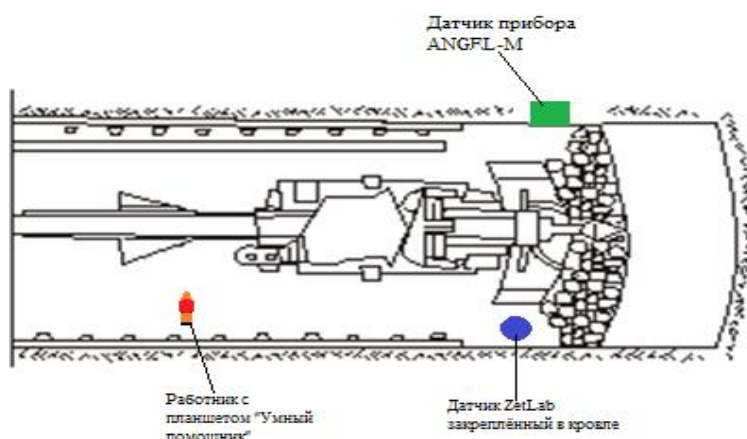


Рисунок 4 - Расположение приборов в подготовительном забое

Авторами предлагается создать методику прогнозирования нарастающего горного давления в зоне действия горно-шахтного оборудования для предотвращения геодинамических явлений. Наступление геодинамиче-

ских явлений в виде внезапного выброса породы, угля или газа можно прогнозировать путем анализа динамики изменения показаний установленных в забое приборов. Для этого в лаборатории, геомеханика СибГИУ, сформирована электронная база данных с предприятий Кузбасса, которая фиксирует числовые показания в забойной части выработок с использованием датчиков сейсмоактивности горных пород.

Совместно с преподавателями и студентами дирекции по информационным технологиям, разрабатывается программа и намечен этап настройки математической модели, определяющей критерии наступления критических значений напряжений в массиве горных пород. Представленная модель мониторинга геодинамической активности в подготовительном забое позволит определить опасные ситуации, рекомендовать дополнительные мероприятия по разгрузке массива, предотвратить аварийность оборудования и несчастные случаи на производстве. Жизнь рабочего угольной шахты бесценна и наш метод направлен на то, чтобы её сохранить, обеспечить безопасные условия работы.

Библиографический список

1. Д.В. Яковлев, Т.И. Лазаревич. Методические указания по созданию систем контроля состояния горного массива и прогноза горных ударов как элементов многофункциональной системы безопасности угольных шахт (во исполнение требований п. 41 ЕПБ). ОАО «Научно-исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевой научный центр ВНИМИ». Санкт-Петербург. 2012. – 82 с.

2. Риб С.В. Закономерности распределения напряжений в неоднородных угольных целиках. - В кн.: Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. ст. - Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. - С. 148 – 153.

3. Риб С.В., Басов В.В. Методика численного исследования напряженно-деформированного состояния неоднородных угольных целиков с применением современных компьютерных технологий // Вестник СибГИУ. 2015. - № 4. - С. 22 - 26.

**ОСОБЕННОСТИ АТТЕСТАЦИИ ПО ТЕМЕ «ТЕХНОЛОГИЯ
ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ» СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04
«ГОРНОЕ ДЕЛО» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ**

Лесных А.С.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Володина А.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматриваются основные особенности использования обучающе-тестирующей программы при оценке знаний студентов по технологии отработки мощных пологих пластов. На основе опыта использования сформулированы замечания, устранение которых позволит повысить эффективность использования программы в учебном процессе.

Ключевые слова: итоговая аттестация, обучающе-тестирующая программа, отработка мощных пластов.

Обучающе-тестирующая программа «Технология отработки пологих пластов» [1] является модульной системой, в которой для аттестации по теме «Технология отработки мощных пластов» реализованы два самостоятельных модуля: «Слоевые системы разработки» (рисунки 1,2) и «Технология отработки с выпуском угля из подкровельной пачки» [2,3]. Действия обучаемого состоят в анализе исходных данных (рисунок 1), выполнении промежуточных расчетов и выборе необходимых технических решений (рисунок 2) [3].

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ		Расчет параметров отработки наклонными слоями	
Глубина горных работ, м	200	Вынимаемая мощность, м	2.2 3.1
Мощность 1-го пропластка угля, м	6,2	Угол падения, град	10
Мощность 1-го прослойка породы, м	0	Число слоев непосредственной кровли	2
Мощность 2-го пропластка угля, м	0	Ср. крепость непосредственной кровли	4.5
Мощность 2-го прослойка породы, м	0	Число слоев основной кровли	2
Мощность 3-го пропластка угля, м	0	Ср. крепость основной кровли	6.5
Мощность ложной кровли, м	0	Сопротивление угля резанию, Н/мм	270
Мощность ложной почвы, м	0	Ширина захвата, м	0.8 0.8
Мощность непосредственной кровли, м	6.5	Мощность режущей, кВт	360 360
Мощность основной кровли, м	14.5	Число штреков в проходке	2 2
Сопротивление угля резанию, Н/мм	270	Запасы для отработки ДКМЗ, тыс.т	951 951
Плотность угля, т/м ³	1.35	Длина столба, м	1800
Угол падения пласта, град	10	Длина лавы, м	230

Рисунок 1 – Представление исходных данных

Способ подготовки	<input type="text" value="полевой"/>
Проведение и охрана ПГВ	<input type="text" value="одиночное"/>
Фланговые выработки	<input type="text" value="нет"/>
Сечение штрека, м ²	<input type="text" value="12"/> <input type="text" value="12"/>
Длина зоны нарушения, м	<input type="text" value="30"/>
Амплитуда нарушения, м	<input type="text" value="0.9"/>
Тип нарушения	<input type="text" value="сброс"/>
Схема перехода нарушения	<input type="text" value="с подъемом ОМК"/>
Направление отработки	<input type="text" value="по простиранию"/>
Тип перегружателя	<input type="text" value="притычной"/>
Схема перегрузки	<input type="text" value="торцовая"/>
Схема проветривания	<input type="text" value="возвратноточная"/>
Схема дегазации	<input type="text" value="без дегазации"/>
<input type="button" value="Экспертная оценка"/>	
<input type="button" value="Расчет параметров ДКМЗ"/>	
ОЦЕНКА:	3
Нагрузка на забой, т/сут:	4084.36
Расчетный коэфф-т дегазации:	
Удельная протяженность выр-к, м/1000т:	5.86
Рекомендуемый тип мехкрепи:	M138
организация проведения выработок затруднена	

Рисунок 2 – Выбор и оценка технических решений

К основным особенностям обучающе-тестирующей программы в части оценки знаний по теме «Технология отработки мощных пластов» [4] следует отнести:

- приоритетность использования прослойка породы в качестве разделителя при одновременной отработке двух слоев в выемочном поле;
- отсутствие среди предлагаемых к выбору варианта с искусственным разделением слоев (гибкое перекрытие и др.);
- оценочная система не ориентирована на использование схемы «слой-пласт»;
- при равных горно-геологических условиях выбор между слоевой системой разработки и технологией с выпуском угля их подкровельной пачки рассматривается как равнозначный.

К недостаткам обучающе-тестирующей программы в части оценки знаний по теме «Технология отработки мощных пластов» следует отнести:

- сложность выбора мощности слоев;

- отсутствие машинного расчета скоростей подвигания очистных забоев в слоях;
- однозначную оценку в качестве ошибочного решения о выборе вариантов технологических схем с сохранением выработок для повторного использования;
- сложность выбора вариантов технологических схем при отработке пластов, склонных к самовозгоранию;
- неоднозначность интерпретации ряда поясняющих рисунков (например, рекомендация по применению полевой подготовки) при промежуточных этапах оценивания набора технических решений;
- расчет коэффициента машинного времени сразу для очистных забоев в обоих слоях;
- отсутствие функций автозаполнения и проверки ввода данных (например, с автоматической заменой разделителя-запятой на разделитель-точку).

Изложенные в данной статье замечания не снижают ценности программы как мощного инструмента для обучения и итоговой аттестации, и могут служить прежде всего как индикаторы для выбора направления ее дальнейшего развития и совершенствования.

Библиографический список

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021613518 «Подземная отработка пологих пластов», автор Домрачев А.Н., правообладатель Домрачев А.Н., дата государственной регистрации 10 марта 2021 г.

2. Домрачев А.Н. Разработка междисциплинарных компьютерных лабораторных работ как основа массового внедрения обучающе-тестирующих систем по направлению подготовки 21.05.04 «Горное дело» / А.Н. Домрачев, С.В. Риб // Вестник Сибирского государственного индустриального университета №3(25)/ Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В.Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. - №3(25). - С.18-21.

3. Говорухин Ю.М. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка/ Ю.М.Говорухин, А.Н. Домрачев. - Известия Тульского государственного университета. – Тула: Издательство ТулГУ, 2018. - выпуск 1 - С.159-165.

4. Домрачев А.Н. Совершенствование критерия оценки компьютерных лабораторных работ по курсу «Технология отработки пологих пластов» специальности 21.05.04 «Горное дело» / А.Н. Домрачев, С.В. Риб // Вестник Сибирского государственного индустриального университета / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общ. редакцией Е.В.Протопопова, М.В.Темлянцева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. - №4(26). - С.63-65.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ВЕНТИЛЯЦИЯ» ДЛЯ АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ

Лесных А.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Риб С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В статье выполнено моделирование аэрогазодинамических процессов на выемочном участке с использованием современных компьютерных программ. Представлены результаты расчётов дебитов метана для различных нагрузок на очистной забой и его концентрация на исходящей струе из лавы. Изложены рекомендации по повышению уровня добычи с очистных забоев.

Ключевые слова: выемочный участок, схема проветривания, очистной забой, суточная нагрузка, дебит метана, моделирование, концентрация

В условиях интенсификации горных работ существенное значение приобретают такие подсистемы технологической схемы шахты, как вентиляция и дегазация. основополагающим фактором при управлении газовыделением на горном предприятии является вентиляция, которая считается эффективной, если по всей сети действующих выработок поддерживаются допустимые концентрации метана. В связи с этим выполнен анализ одной из типовых схем проветривания выемочного участка (рисунок 1).

Для расчёта газовыделения из основных источников газового баланса выемочного участка (выработанное пространство, очистной забой, обособленно проветриваемая выработка) использована программа «Вентиляция выемочных участков» (рисунок 2) [3-7]. Все расчёты, выполняемые в программе, проводятся на основании нормативных и руководящих документов [1, 2]. В качестве исходных горно-геологических и горнотехнических данных использованы данные одной из шахт байдаевского месторождения. В таблице 1 приведены некоторые характерные исходные данные, использованные для оценки дебитов метана. Принимая во внимание влияние нагрузки очистной забой на величину дебита, расчёт выполнен для суточного подвигания от 1000 до 10000 т/сут. Полученные данные применены в качестве исходных для аэрогазодинамического расчёта.

Для решения задач воздухораспределения и газопереноса на выемочном участке использован программный комплекс «Вентиляция 2.0», в основе которого лежит пространственная математическая модель топологии сети выработок (рисунок 3) [8]. Этот комплекс позволяет рассчитывать распределение воздуха и депрессии по шахтной вентиляционной сети любой сложности, со-

стоящей из любого количества одновременно работающих источников тяги. Значения аэродинамических сопротивлений частично-сохраняемых и погашаемых выработок заданы по [9], обрушенной среды – [9, 10].

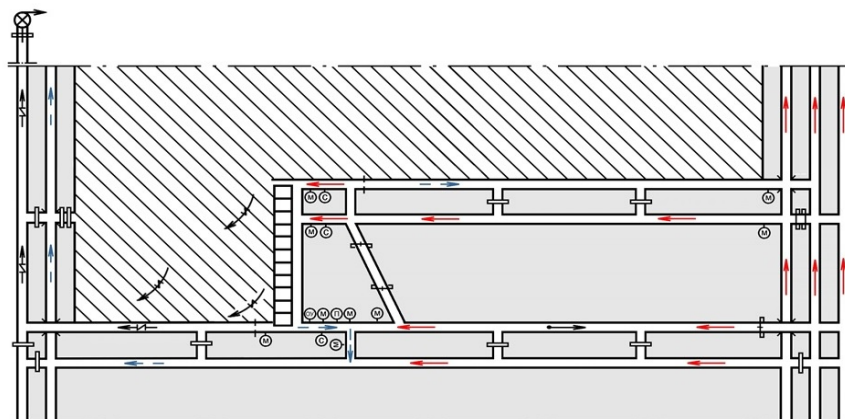


Рисунок 1 – Схема проветривания выемочного участка с изолированным отводом метановоздушной смеси через выработанное пространство

определяется по формуле:

$$Q_{\text{отв}} = 4 \cdot 10^3 \cdot \text{м}^3/\text{ч} \cdot \sqrt{(X \cdot X_0)^3} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^3 \quad (22)$$

определяется по формуле:

$$Q_{\text{отв}} = 4 \cdot 10^3 \cdot 2,1 \cdot 4 \cdot 0,41 \cdot (19,58 - 2,22)^{1,2} \cdot 1 = 4,6 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{ч}$$

2.3.3 Общее метановыделение в очистной забой

Общее абсолютное метановыделение в очистной забой $G_{\text{отв}}$, $\text{м}^3/\text{мин}$, определяется по формуле:

$$G_{\text{отв}} = Q_{\text{отв}} \cdot X_{\text{отв}} \quad (23)$$

$$G_{\text{отв}} = 11,2 \cdot 4,6 = 51,8 \text{ м}^3/\text{мин}$$

Именованные места	м³/с, м	м³/с, м	Рис, м	Абс. %	Млн %	М³/с, м³/с.аб.	МБл. %	Порода (группы)	Рис. (группы)	Крышки, дощат.
1. Плотина	0,20	0,07	200	0,05	0,1	0,02	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0
2. Плотина	0,30	0,79	200	0,55	0,2	0,28	0,10	Не выветривается	Не выветривается	0
3. Плотина	1,18	1,72	200	0,57	0,2	0,11	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0,10
4. Плотина	1,10	1,01	100	0,7	0,1	0,11	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0,10
5. Плотина	0,94	0,14	100	0,9	0,1	0,19	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0
6. Плотина	1,07	0,62	200	0,1	0,2	0,04	0,01	Слабо выветривается	Слабо выветривается	0
7. Плотина	0,11	0,26	37	0,2	0,1	0,03	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0
8. Плотина	0,46	0,46	46	0,3	0,1	0,02	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0
9. Плотина	0,46	0,19	33	0,3	0,1	0,02	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0
10. Плотина	0,33	0,4	40	0,2	0,1	0,02	0,01	Не выветривается	Не выветривается	0

Рисунок 2 – Главное окно программы «Выемочные участки»

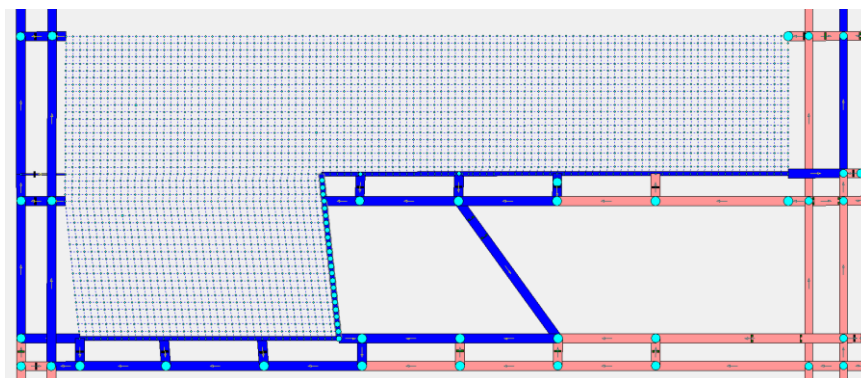


Рисунок 2 – Компьютерная модель схемы проветривания выемочного участка, построенная в программе «Вентиляция 2.0»

Таблица 1 – Характерные исходные данные, использованные для оценки дебитов метана

№ п/п	Наименование параметра	Обозначение	Ед. изм.	Значение
1	Глубина ведения горных работ	$H_{\text{пов}}$	м	450
2	Вынимаемая мощность пласта	$m_{\text{в}}$	м	2,6
3	Природная газоносность пласта	$X_{\text{г}}$	м ³ /т с.б.м.	22,0
4	Схема выемки угля в очистном забое	$k_{\text{схв}}$	-	Односторонняя (до 60 %)
5	Способ управления кровлей	$k_{\text{ук}}$	-	Полное обрушение
6	Длина очистного забоя	$l_{\text{оз}}$	м	200
7	Длина межлавного целика	$l_{\text{млц}}$	м	40

В таблице 2 приведены результаты расчётов с применением двух программных продуктов. На рисунке 4 приведён фрагмент топологии шахтной вентиляционной сети с указанием концентрации метана в узлах.

Таблица 2 – Результаты расчётов

№ п/п	Нагрузка на очистной забой	$I_{\text{оз}}$, м ³ /мин	$I_{\text{об}}$, м ³ /мин	$I_{\text{вп}}$, м ³ /мин	$c_{\text{иск}}$, %
1	1000	9,8	0,3	7,6	0,8
2	2000	12,8	0,6	14,8	1,0
3	3000	14,5	0,9	21,8	1,1
4	4000	15,4	1,2	28,8	1,2
5	5000	15,8	1,6	35,7	1,2
6	6000	16,0	2,0	42,5	1,2
7	7000	16,1	2,4	49,3	1,2
8	8000	16,1	2,7	56,1	1,2
9	9000	16,1	3,1	62,9	1,2
10	10000	16,3	3,5	69,7	1,3

Примечание. $I_{\text{оз}}$ – дебит метана в очистной забой, м³/с; $I_{\text{об}}$ – дебит метана в обособленно проветриваемый конвейерный штрек, м³/с; $I_{\text{вп}}$ – дебит метана в зону обрушения, м³/с; $c_{\text{иск}}$ – концентрация метана на исходящей из очистной выработки, %.

Из результатов расчёта видно, что повышение нагрузки на очистной забой сдерживается так называемым «газовым барьером». Для дальнейшего повышения нагрузки и обеспечения безопасного труда рабочих необходимо проведения дегазации основных источников дебита метана с целью снижения газоносности разрабатываемых угольных пластов и пластов-спутников.

Библиографический список

1. Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 № 507 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» (зарегистрировано в Минюсте России 18.12.2020 № 61587).

2. Приказ Ростехнадзора от 08.12.2020 № 506 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Инструкция по аэрологической безопасности угольных шахт» (зарегистрировано в Минюсте России 29.12.2020 № 61918).

3. Говорухин Ю.М., Криволапов В.Г., Домрачев А.Н., Лукашов О.Ю. Программа расчёта вентиляции выемочных участков // Научноёмкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2016. – № 3. – С.445-448.

4. Говорухин Ю.М., Домрачев А.Н., Криволапов В.Г., Палеев Д.Ю., Балаганский М.Ю. Методология моделирования фильтрации газозооных смесей в выработанном пространстве выемочного участка // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2011. – №1. – С.72-76.

5. Говорухин Ю.М., Криволапов В.Г. К вопросу об управлении газо-выделением выемочного участка // Научноёмкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2010. – С.396-399.

6. Говорухин Ю.М., Криволапов В.Г., Палеев Д.Ю., Кнышенко А.Н. Сравнительная оценка фактического и проектного метановыделения в выработанное пространство угольных шахт // Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – 2010. – №1. – С.27-30.

7. Говорухин Ю.М., Домрачев А.Н., Криволапов В.Г., Палеев Д.Ю., Филатов Ю.М. Об эффективности дегазации выемочных участков для условий пологих пластов юга Кузбасса // Безопасность труда в промышленности. – 2017. – №12. – С.11-17.

8. Палеев Д.Ю., Лукашов О.Ю., Костеренко В.Н. Компьютерные технологии для решения задач плана ликвидации аварий. – М.: Издательство «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 160 с.

9. Временные рекомендации по снижению газообильности выемочных участков шахт Кузбасса поверхностными газоотсасывающими вентиляторами, установленными на устьях вентиляционных скважин. Кемерово: ВостНИИ, 1987. – 30с.

10. Гращенков Н.Ф., Петросян А.Э., Фролов М.А. и др. Рудничная вентиляция: справочник; под ред. К.З. Ушакова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 440 с.

ПРОГНОЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Мячиков К.В., Юрченко С.П., Лесных А.С.

Научный руководитель: канд. тех. наук, доцент Риб С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной статье рассматривается проблема предотвращения динамических явлений в угольных шахтах. Рассмотрена система акустического контроля состояния массива горных пород и прогноза динамических явлений (САКСМ), которая позволяет в непрерывном режиме осуществлять мониторинг массива горных пород в очистных и подготовительных забоях.

Ключевые слова: угольная шахта, динамические явления, метан, внезапный выброс, массив горных пород, горная выработка.

С увеличением глубины разработки повышается потенциальная опасность угольных шахт по динамическим явлениям. Самые сложные и опасные из них - внезапные выбросы угля и газа. К настоящему времени разработаны меры по прогнозу и предотвращению динамических явлений [1]. В основном они направлены на предупреждение выбросов при вскрытии угольных пластов и проведении по ним подготовительных выработок, поскольку при этих видах работ произошла большая часть явлений. Опыт разработки метаноносных угольных пластов во многих странах мира показывает, что внезапные выбросы угля и газа имеют глобальный характер и происходят в различных горно – геологических условиях, но проявление их везде одинаково.

Принятая на отечественных шахтах схема подготовки выемочных участков с применением двух штреков и возвратноточным проветриванием весьма отрицательно сказывается на обеспечении безопасности горнорабочих и усложняет схему проветривания высокопроизводительных очистных забоев. В США высокая производительность очистных забоев достигнута при трехштрековой подготовке выемочного участка. При этом, исходящая вентиляционная струя из очистного забоя отводится отдельно от общей вентиляционной сети на поверхность. При трехштрековой подготовке длина выемочных столбов достигает 3000-4500 м, что позволяет экономить на монтажно-демонтажных работах.

Для предотвращения выбросоопасной ситуации достаточно выполнить одно из следующих условий [2]:

- уменьшить напряженное состояние угольного массива (снизить коэффициент концентрации напряжений в призабойной зоне) до величины, при которой невозможно его быстрое разрушение, а также увеличить расстояние

от забоя до зоны максимальных напряжений, чтобы технологический процесс выемки угля выполнялся в пределах этой зоны;

- снизить давление газа в пласте (уменьшить газоносность пласта) до величины, при которой работы расширяющегося газа было бы недостаточно для дробления и выноса разрушенного угля в горную выработку;

- изменить свойства пласта, от которых зависит формирование выбросоопасной ситуации (повысить пластические свойства угля, увеличить или уменьшить газопроницаемость пласта).

Существование угрозы появления внезапных выбросов заставляет уделять внимание этому виду явлений и, в частности, повышению оперативности и достоверности способа их прогноза. В последние годы большинство шахт стали приобретать высокопроизводительную технику, что привело к ускорению скорости проведения горных выработок. Анализ работы угольных предприятий показал, что прогноз проявлений горного давления, выполненный согласно действующим отраслевым документам, в ряде случаев значительно отличался от фактических проявлений в Кузбассе и других бассейнах, а рекомендации по управлению горным давлением были недостаточно эффективными. Поэтому применяющиеся в России методы прогноза, основанные на непосредственном измерении параметров, характеризующих основные факторы внезапных выбросов, в процессе бурения контрольных шпуров из-за больших временных затрат становятся нетехнологичными и отводятся на второй план.

Цель данной работы - разработать мероприятия по предотвращению внезапных выбросов угля и газа при отработке угольных пластов в условиях ООО «Шахта «Юбилейная».

В качестве объекта исследований принимается пласт 15, который отличается от других (14 и 16) очень сложным строением и изменчивой мощностью. Залегает ниже 16 пласта в 40-54 м. Мощность пласта 15 колеблется в пределах 2,70-3,35м, при среднем значении 2,14м. Природная газоносность от 11-13,5 м³ /т. с. б. м [3].

По результатам проведенного анализа информационных источников [4,5], наиболее оптимальным для рассматриваемых условий является система акустического контроля состояния массива горных пород и прогноза динамических явлений (САКСМ) [6].

САКСМ – это программно – аппаратный комплекс, состоящий из аппаратуры регистрации и передачи на поверхность акустического сигнала АРАС и персонального компьютера, с программным обеспечением АКМП-РИВАС для обработки и анализа сигнала (рисунок 1).

Контроль горного массива заключается в непрерывной оценке напряженно – деформированного состояния и круглосуточной записи акустического сигнала с возможностью его воспроизведения и расшифровки акустических образов, что обеспечивает объективность информации при расследовании аварий и инцидентов.



Рисунок 1 - Система акустического контроля состояния горного массива и прогноза динамических явлений САКСМ: а) - персональный компьютер, с программным обеспечением АКМП-РИВАС для обработки и анализа сигнала; б) - аппаратура регистрации и передачи на поверхность акустического сигнала АРАС

Использование САКСМ исключает влияние субъективного фактора на результаты прогноза и обеспечивает объективную информацию о состоянии призабойной части горного массива в реальном времени. Система автономна, не требует специальных знаний для применения и получения заключений по результатам обработки, исключает прерывание основных технологических процессов, что повышает производительность горных работ. Оценка эффективности мер предотвращения динамических явлений выполняется в процессе их производства, что позволяет управлять процессом, повышает надежность оценки и не требует выполнения дополнительных работ.

Метод прогноза динамических явлений по параметрам искусственного акустического сигнала осуществляется по единой схеме. Вблизи подготовительного забоя устанавливается геофон в шпуре глубиной до 0,7 м или его чувствительная часть прижимается к оконтуривающим породам специальным кронштейном, крепящимся к анкерному болту. В очистном забое геофон устанавливается на элементах механизированной крепи. Геофон преобразует упругие колебания массива в электрический сигнал, который передается на поверхность, где обрабатывается на компьютере.

Таким образом, система акустического контроля состояния массива горных пород и прогноза динамических явлений САКСМ, позволяет в непрерывном режиме осуществлять мониторинг массива горных пород в очистных и подготовительных забоях. На базе данных, полученных системой, появляется возможность своевременно прогнозировать опасные зоны, в том числе геологические нарушения, наличие которых может провоцировать такие динамические явления, как внезапные выбросы угля и газа, горные удары, выдавливание угольного пласта в забой, разрушение почвы с интенсивным газовыделением. Информация, получаемая системой, в режиме on-line передается на диспетчерский пункт угольного предприятия.

Библиографический список

1. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по прогнозу динамических явлений и мониторингу массива горных пород при отработке угольных месторождений», утвержденных приказом № 339 от 15 августа 2016 г. Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору.
2. Киряева Т.А. Изменчивость физико-химических свойств угольного пласта как признак его повышенной выбросоопасности / Т.А. Киряева // Интерэкспо Гео-Сибирь. — 2017. — №2(2). — С. 8-1.
3. Техническая документация ООО «Шахта «Юбилейная».
4. Технология отработки угольных пластов южного Кузбасса, склонных к внезапным выбросам угля, породы и газа / А.В. Крестьянинов, А.М. Никитина, С.В. Риб, Д.М. Борзых // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Под общей редакцией профессора М.В. Темлянцева. – Новокузнецк, 2020.- Вып. 24. Ч. 1. Естественные и технические науки. - С. 42-45.
5. Смирнов О.В. Перспективы применения акустического контроля состояния массива горных пород и прогноза динамических явлений / О.В. Смирнов, А.И. Кулик // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), 2017. - №. 5. - С. 352-359.
6. Руководство по применению системы акустического контроля состояния массива горных пород и прогноза динамических явлений // М.: МНТЛ РИВАС. 2016. – 49 с.

УДК 622.268.13.016.34

ПУТИ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН НА ЭТАПАХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ И ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ

Алькова Ш.Ю.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Коряга М.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: R7080@yandex.ru*

В работе рассмотрена актуальная проблема повышения эффективности использования подземных дегазационных скважин. Сформулированы предложения по увеличению сроков их эксплуатации и оценки объемов извлеченного метана на каждом этапе дегазации.

Ключевые слова: дегазация, скважины, направленное бурение.

В июле 2022 года в России должна появиться возможность реализации проектов по сокращению выбросов парниковых газов и увеличению потенциала их поглощения [1]. Мировая декарбонизация разворачивает политику стран в сторону низкоуглеродного развития своих экономик.

Важным моментом при составлении современных проектов дегазации шахт является прогноз фактического количества извлекаемого метана и метановоздушной смеси, а также выбор потребителей капируемого метана.

Практика ведения дегазационных работ показывает, что наиболее эффективная дегазация угольных пластов может быть осуществлена в случае, если в газоносном коллекторе нарушено природное равновесие системы уголь-метан и образована искусственная трещиноватость угольного массива.

В зависимости от продолжительности проведения дегазационных работ могут быть применены схемы предварительной или текущей дегазации.

В случае предварительной дегазации угленосной толщи производится бурение скважин в угольный пласт, не подверженный влиянию горных, а текущая дегазация реализуется уже в непосредственной близости от горных выработок или выработанного пространства.

Эффективность дегазации принято оценивается через коэффициент дегазации:

$$K_{\partial} = \frac{I - I'}{I}, \quad (1)$$

где I – метановыделение в выработку без дегазации источников метановыделения, м³/мин;

I' – метановыделение в выработку при применении дегазации, м³/мин.

Фактический коэффициент дегазации определяется как:

$$K_{\partial} = \frac{I_{\partial}}{I_{\partial} + I'}, \quad (2)$$

где I_{∂} – суммарный расход метана, извлекаемого с помощью дегазации, м³/мин.

Суммарный расход метана извлекаемого с помощью дегазации может быть сформирован суммой отдельных источников или же представлен как результат нескольких последовательных этапов дегазации.

На стадии проведения выработок современные технологии бурения скважин предусматривают реализацию схемы [2-4], показанной на рисунке 1.

Недостатком данной схемы является то, что центральная скважина перестанет эффективно функционировать сразу после подсечения её сбоек. Кроме того, бурение предполагается вести из параллельных штреков, что скорее всего исключает этап предварительной дегазации.

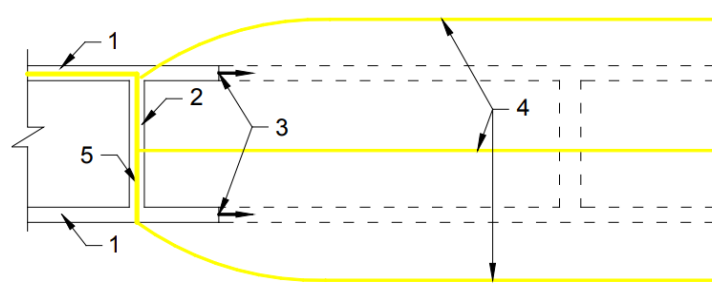


Рисунок 1- Схема дегазации пласта длинными ограждающими скважинами направленного бурения: 1 – выработки; 2 – сбойка; 3 – забои спаренных выработок; 4 – скважины направленного бурения; 5 – дегазационный трубопровод

Более рациональной является схема расположения длинных дегазационных скважин, предложенная американской компанией *Minerales Monclova S.A. de C.V.* [5], показанная на рисунке 2.

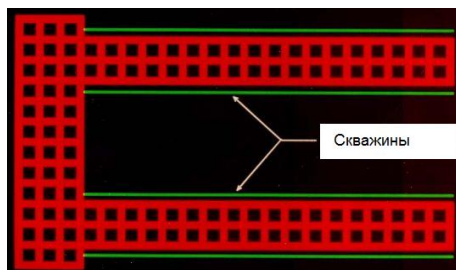


Рисунок - 2. Схема дегазации пласта длинными ограждающими скважинами направленного бурения, пробуренными из наклонных выработок

Применение предлагаемой схемы расположения длинных пластовых скважин позволит:

- начинать предварительную дегазацию на этапе планирования положения новой лавы;
- обеспечивать необходимое время для эффективной работы скважин в неразгруженном угольном пласте;
- выполнять оценку извлеченного объема метана и переходить к этапу текущей дегазации при проведении штреков;
- оценивать эффективность текущей дегазации и получать полное представление о целесообразности использования такого подхода в целом.

Библиографический список

1. Энергетический бюллетень 96 : [Электронный ресурс] : Баланс российского топливного рынка: ценовые шоки и регулирование - Режим доступа свободный : <https://ac.gov.ru/publications/topics/topic/2290> (дата обращения: 03.12.2021г).

2. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Выпуск 22. – М.: ЗАО НТЦ ПБ. – 2012. – 250 с.

3. Черешнева Е.В. Многоштрековая подготовка угольных пластов в

условиях высокой газоносности [Текст] / Е.В. Черешнева, М.Г. Коряга //Наука и молодежь : проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ. – 2019. – Вып. 23 – Ч. I. Технические науки С. 138 – 140.

4. Разработка технических и технологических решений по совершенствованию дегазации с использованием направленного бурения для условий ООО "Шахта "Усковская" / Д. М. Борзых, А. М. Никитина, С. В. Риб, В. А. Волошин // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 июня 2018 г. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2018. - Вып. 22. Ч. 3. Технические науки. - С. 27-31.

5. Minerales Monclova S.A. de C.V. : [Электронный ресурс] : Methane to Markets Ministerial Meeting November 2004 Washington, DC - Режим доступа свободный : https://www.globalmethane.org/documents/ events_coal_ 20041115_santillan.pdf 2290 (дата обращения: 03.12.2021г).

УДК 622.235

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ПАРАМЕТРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ»

Климкин М.А., Агеев Дан.А., Курдюков М.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Обоснована актуальность исследований оптимальной отработки запасов на АО «Разрез «Степановский» и прогнозирования воздействия массовых взрывов на объекты капитального строительства.

Ключевые слова: массовые взрывы, воздействие, устойчивость бортов, анализ пород.

Добыча угля на разрезе АО «Разрез Степановский» ведется при помощи буровзрывного рыхления вмещающих пород с применением массовых взрывов [1].

Буровзрывные работы на АО «Разрез «Степановский» были сконцентрированы на четырех участках в следующих периодах:

- 2011-2019гг. на Южном блоке;
- 2014-2019гг. на Центральном блоке;
- 2017-2020гг. на вост. крыле Красинской антиклинали Северного блока;
- 2019г. - по н.в. на западном крыле Красинской антиклинали Северного блока.

В 2011 году ООО «Шушталепская ГРП» был выполнен геологический отчет «Участки «Степановский» и «Степановский Глубокий 1» в Кондомском геолого-экономическом районе Кузбасса (Геологическое строение, качество и запасы каменного угля по результатам разведки месторождения по состоянию на 01.01.2011 г)». Подсчитанные запасы в границах участков «Степановский» и «Степановский Глубокий 1» утверждены протоколом ТКЗ № 1087 от 22.11.2011 г.

Основная часть пород участка представлена переслаиванием алевролитов с песчаником. Алевролиты обычно темно-серые, часто неслоистые, иногда с мелкой неясно выраженной слоистостью. Песчаники чаще светло-серые мелко- и среднезернистые, крепкие, с мелкой неясновыраженной слоистостью [2].

В качестве объекта для анализа физико-механических свойств пород, под долгосрочным воздействием массовых взрывов, был определен массив песчаника, проходящий по кровле VI пласта, который на основе данных геологоразведки является наиболее однородным и имеет однотипную структуру на всем простирании. На основании вышеуказанных результатов геологоразведочных работ а также данных эксплуатации с 2011г. по 2021г., была построена схема простирания плиты песчаника вдоль кровли VI пласта через границу участка (рисунок 1).

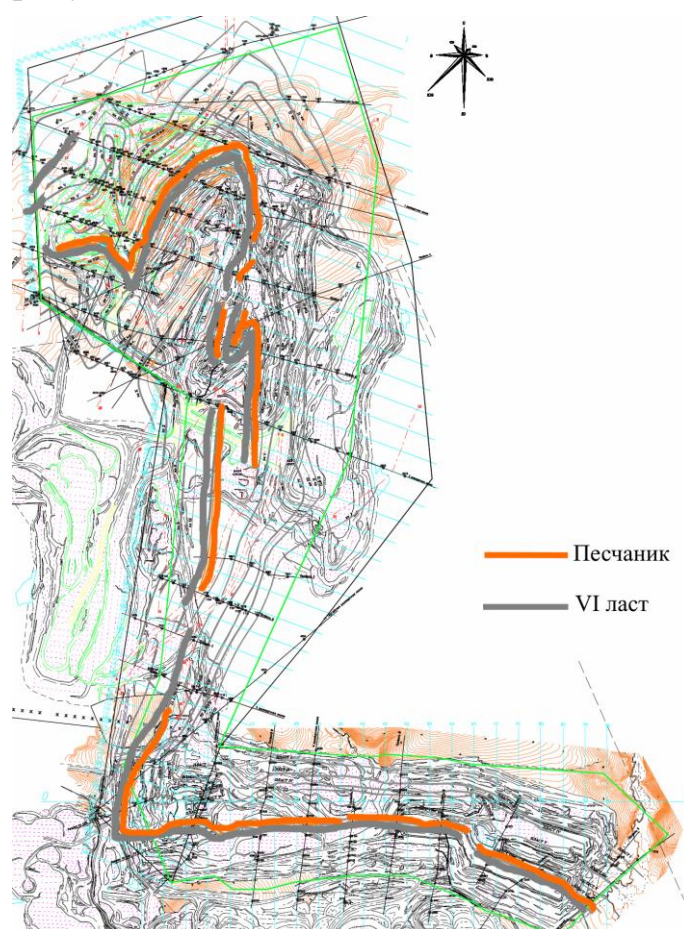


Рисунок 1 – Схема простирания песчаника по кровле VI пласта

Как видно на схеме, через все месторождение проходит основной пласт, вдоль которого по кровле параллельно накладывается плита песчаника, мощностью от 1,5 до 4,5 метра, имеющая на схожих горизонтах однородную структуру на всех участках месторождения.

За период 2011-2021 года на предприятии было взорвано 979 блоков. Взрывные работы на Южном блоке производились на протяжении девяти лет, за это время на данном участке было взорвано 293 блока, на Центральном блоке за шесть лет отработки были проведены взрывные работы на 347 блоках. Суммарно на Центральном и Южном блоках, за весь период отработки было взорвано более 18 тыс. тонн взрывчатых веществ.

На основе данных буровзрывных работ за все время разработки, построим график зависимости удельного расхода ВВ на блоках в соответствии с продвижением фронта работ. Для анализа были взяты по 36 блоков на каждом из участков, расположенных на схожих горизонтах и находящиеся в однотипных горно-геологических условиях, по кровле VI пласта пересекающих плиту песчаника на Южном, Центральном и Северном блоках. График представлен на рисунке 2.

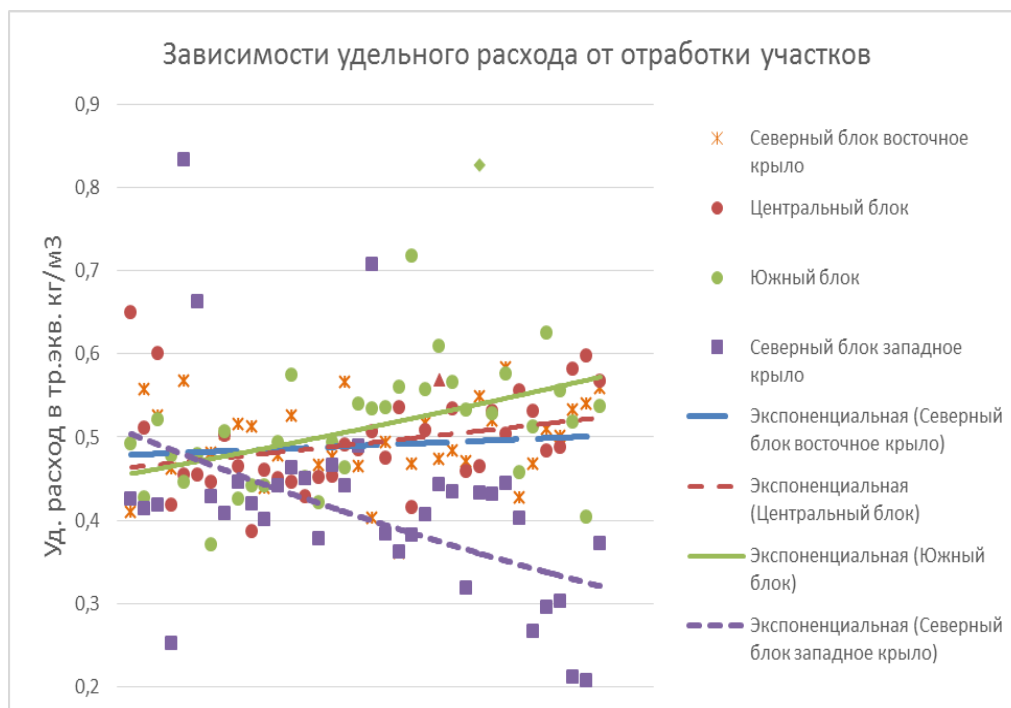


Рисунок 2 – график зависимости удельного расхода ВВ

Анализ полученных зависимостей показал, что в результате периодического проведения взрывных работ на участках, обрабатываемых в более поздние периоды, изменилась структура пород: повысилась трещиноватость массива, снизилась его устойчивость к нагрузкам, что подтверждает снижение удельного расхода взрывчатых веществ на m^3 без изменения качества дробления. Данное проявление говорит о непосредственном влиянии массовых взрывов на устойчивость горного массива, что может привести к пере-

счета устойчивости горных выработок и изменении результирующего угла откоса в меньшую сторону, что повлечет за собой увеличение коэффициента вскрыши и корректировку балансовых запасов угля.

Для подтверждения данной гипотезы были отобраны для анализа и испытаний 24 образца с точек залегания песчаника по кровле VI пласта, на горизонтах от +260м до +280 м.

Определяющими факторами для исследования, являются физико-технические свойства пород, к наиболее важным из которых, помимо прочностных характеристик, относятся хрупкость, вязкость, трещиноватость, пластичность, абразивность, плотность и внутреннее напряжение массива.

Наиболее часто встречающиеся методы испытания прочности пород [3], являются соотношение между прочностью породы на сжатие и на растяжение, которые в свою очередь отражают хрупко-вязкостные ее свойства и трещиноватость, что позволяет оценить угол бокового скола материала при резании.

Испытанием на срез определяется удельное сцепление и угол внутреннего трения, как правило, мягких (непрочных) пород. Испытания клином и точечной нагрузкой относятся к полевым методам определения прочностных свойств пород и дают возможность быстрого анализа образцов породы непосредственно на месте ведения открытой разработки. При этом, для более прочных пород рекомендуется применение метода испытаний точечной нагрузкой, при котором нет необходимости в предварительной подготовке образцов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Прибор для испытания пород точечной нагрузкой (Поинт-Лoad-Тест)

Образец может иметь практически произвольную форму. Важнейшее преимущество точечного метода испытаний состоит в возможности проведения значительно большего их числа в определённый промежуток времени

и, соответственно, в более высокой точности и низкой себестоимости измерений. Результаты измерения разрушающего усилия и площади минимального поперечного сечения образца целесообразно представить в виде точек на диаграмме.

В случае однородности породы точки измерения образуют, как правило, линейно вытянутую полосу разброса определённой ширины. Высота, наклон и ширина этой полосы характеризуют изменение прочности породы в зависимости от величины образца, а ее наклон отражает природную трещиноватость массива.

Основным условием обеспечения устойчивости рабочих бортов и уступов, в том числе и находящихся в стадии постановки их в предельное положение, является соблюдение превышения удерживающих сил над сдвигающими, действующими по наиболее напряженной поверхности в прибортовом массиве.

Геомеханическая оценка устойчивости бортов и уступов и определение параметров, обеспечивающих устойчивость откосов, производилась путем выполнения расчетов по методикам, и расчетным схемам, учитывающим геологические условия участка и напряженное состояние массива.

Таким образом, на основании полученных данных трудно получить точную корреляцию между степенью влияния периодических массовых взрывов на устойчивость горных выработок, находящихся в непосредственной близости к месту их проведения. Причиной этому является недостаток данных для анализа и погрешность в горно-геологических условиях грунтов, для чего требуется более точный анализ образцов.

Библиографический список

1. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – М.: Изд. «Горная книга», 2007. – 471 с.
2. Данные проектной документации «Отработка запасов месторождения «Разведчик» участков недр «Степановский», «Степановский глубокий 1» АО «Разрез «Степановский».
3. Методическое пособие по изучению инженерно - геологических условий угольных месторождений, подлежащих разработке открытым способом. – Л., Недра, ВНИМИ, 1986. - 113с.

**РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ
СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ
ВЗРЫВОВ АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ» НА
БЛИЖАЙШИЕ НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ**

Агеев Д.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В данной работе проведено исследование по определению уровня сейсмического воздействия на прилегающие территории от массовых взрывов, проводимых на АО «Разрез Степановский» и разработаны мероприятия по снижению сейсмического воздействия массовых взрывов АО «Разрез «Степановский» на ближайшие населенные пункты.

Ключевые слова: горнодобывающее предприятие, массовые взрывы, сейсмические колебания, сейсмоприемники, схема взрывания, интервалы замедлений зарядов, безопасные расстояния.

Возникающие при проведении промышленных взрывов сейсмические колебания, подчиняются общим законам, описывающим возникновение и распространение сейсмических волн в земной коре. Сейсмические колебания земной поверхности при промышленных взрывах (на открытых разработках полезных ископаемых и при взрывах на выброс) в близкой зоне имеют сходство с колебаниями при землетрясениях, однако они менее продолжительны и в них преобладают высокие частоты [1,2].

Характер воздействия сейсмических колебаний на охраняемый объект в значительной мере отличается в ближней и дальней зонах взрыва даже при равенстве скорости смещения грунта в обоих случаях. В ближней зоне взрыва движения грунта отличаются малыми периодами колебаний, общая продолжительность колебаний, как правило, не превышает 0,2–0,5с. В дальней зоне колебания грунта имеют большие периоды, а общая продолжительность колебаний достигает нескольких секунд. Как правило, в ближней зоне амплитуда смещения грунта в объемных волнах превышает амплитуду в поверхностных волнах [3].

В дальней зоне рассматривается сейсмический эффект при взрыве зарядов большой массы на больших расстояниях от охраняемых объектов.

Сейсмические колебания являются одним из вредных эффектов взрыва. Многократное воздействие сейсмических нагрузок на охраняемые объекты может привести к трещинообразованию в элементах строительных конструкций и потере их несущей способности, к повреждению и разрушению находящихся под давлением трубопроводов, нарушению изоляции электри-

ческих и телефонных кабелей и т.д. Поэтому при выборе безопасных режимов взрывания исходят из того, чтобы уровень сейсмического действия взрыва не превысил предельно допустимого значения, основываясь на существующих нормативных данных, фактическом состоянии охраняемых объектов, сроках их эксплуатации, степени ответственности.

Общепринятым критерием оценки сейсмического действия взрывов является допустимая скорость колебаний в наиболее интенсивной волне. Допустимые скорости в основании зданий и сооружений определяются их конструктивными особенностями, состоянием и динамическими характеристиками. Допустимые скорости колебаний грунта в основаниях зданий и сооружений в зависимости от их класса ответственности.

Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности в п. Гавриловка осуществлялась в одном пункте: у жилого дома посёлка по адресу: ул. Молодежная дом 1. Координаты пункта замера сейсмоколебаний приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Координаты пунктов регистрации сейсмоколебаний

Пункт регистрации	Координаты по:	
	X	y
Жилой дом. Ул. Молодежная, д. 1	53°37'11"	87°7'6"

Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности проводилась в период с ноября 2019г. по январь 2020г. при производстве двенадцати массовых взрывов на ООО «Разрез «Степановский»». Масса взрывчатых веществ (ВВ) во взрывах составляла от 25839кг до 41204 кг.

Регистрация колебаний земной поверхности от каждого массового взрыва производилась в одном пункте. Колебания регистрировались по трем взаимно перпендикулярным направлениям: в вертикальном и двух горизонтальных. Горизонтальные сейсмоприемники при регистрации сейсмических колебаний ориентировались относительно длинной и короткой сторон зданий в пунктах регистрации.

Проанализируем результаты проведения экспертизы за весь период.

Во всех двенадцати измерениях по трем направлениям максимальные значения скорости сейсмических колебаний земной поверхности не превышают предельно допустимых значений.

Максимальная величина скорости сейсмических колебаний земной поверхности в п. Гавриловка составила 0,14 см/с в горизонтальном направлении в жилом доме по ул. Молодежная дом 1 при взрыве с общей массой ВВ 32192 кг. При этом колебания земной поверхности слабо ощущаются человеком. Комиссионная проверка сейсмического воздействия массовых взрывов, проводимых в ООО «Разрез «Степановский» на здания и сооружения поселка Гавриловка не выявила видимого сейсмического воздействия на жилые дома поселка.

Были рассмотрены мероприятия по снижению сейсмического воздей-

ствия массовых взрывов ООО «Разрез «Степановский» на ближайшие населенные пункты. Установлено, что снижению сейсмического воздействия способствуют:

- уменьшение массы заряда ВВ во взрываемом блоке;
- уменьшение массы ВВ взрываемой в одной ступени замедления;
- применение короткозамедленного взрывания;
- количество и площадь свободных поверхностей;
- ориентация взрываемого блока и рядов скважинных зарядов;
- схема взрывания.

Сравнив расчетные данные с фактическими, полученными при регистрации сейсмических колебаний при проведении массовых взрывов на рассматриваемом горном предприятии, можно сделать вывод, что ведение массовых взрывов в контурах карьерного поля не несет значительного сейсмического воздействия на жилые дома ближайшего населенного пункта. При возможном приближении горных работ разреза «Степановский» к охраняемым объектам, рекомендуется применять перечисленные выше мероприятия.

Библиографический список

1. Открытые горные работы / Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Веницкий К.Е., Мельников Н.Н. и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.
2. Кутузов Б.Н. Методы ведения взрывных работ. Ч. 1. Разрушение горных пород взрывом: Учебник для вузов. – М.: Изд. «Горная книга», 2007. – 471 с.
3. Доманов В.П., Машуков И.В. Мониторинг сейсмического воздействия на охраняемые объекты при производстве массовых взрывов на разрезах Кузбасса /Вестник научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, 2013. – С.60 – 64 .

УДК 622.235

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИНИЦИИРОВАНИЯ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ»

Апенкин В.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Рассмотрен вопрос обеспечения безопасности взрывных работ. Установлено, что время действия опасной зоны при использовании неэлектрической системы инициирования значительно меньше, чем при использовании ДШ. Выяснено, что диагональная схема взрывания с поскважинным замед-

лением является самой сейсмобезопасной схемой взрывания.

Ключевые слова: массовые взрывы, схемы взрывания, безопасность взрывных работ, эффективность взрывного дробления, сейсмическое воздействие.

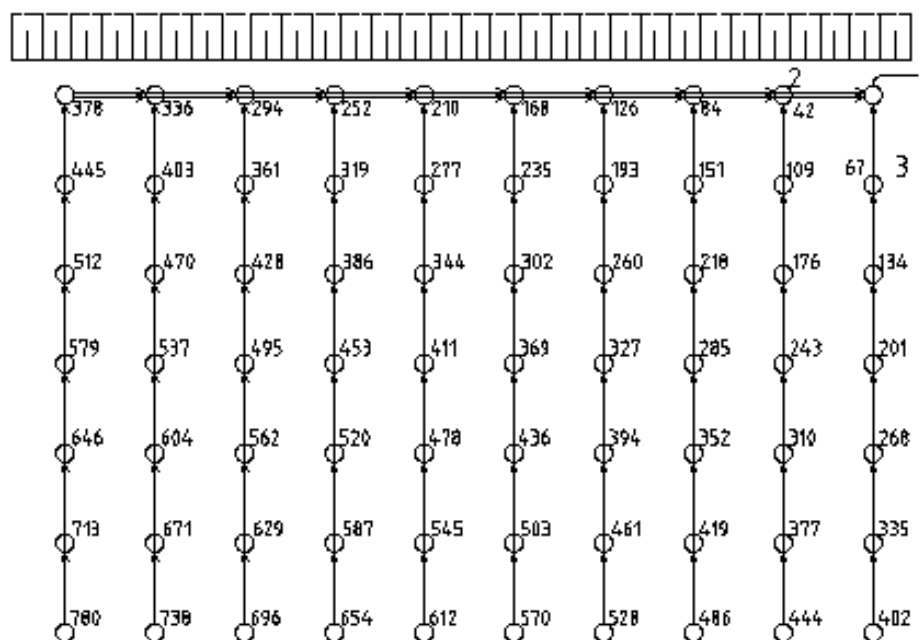
Добыча угля на разрезе АО «Разрез Степановский» ведется при помощи буровзрывного рыхления вмещающих пород с применением массовых взрывов, вследствие которых проявляются негативные факторы [1,2], к которым относятся: ударная воздушная волна, разлет кусков породы и сейсмическое воздействие.

Целью статьи является обеспечение безопасности взрывных работ и повышение эффективности взрывного дробления горных пород.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- повышение безопасности при зарядании скважин, забойки и монтажа взрывной сети при различных средствах инициирования;
- повышение производительности работ по монтажу взрывной сети и сокращение времени действия опасной зоны;
- снижение сейсмического воздействия массовых взрывов за счёт применения эффективных схем взрывания с поскважинным замедлением.

На рисунке 1 приведена диагональная схема взрывания с поскважинным замедлением и с монтажом взрывной сети участковых линий по поперечным рядам с использованием устройств ИСКРА-П-67. Магистральная линия монтируется по первому продольному ряду с использованием устройств ИСКРА-П-42.



1 – ИСКРА-Старт; 2 – ИСКРА-П-42; 3 – ИСКРА-П-67

Рисунок 1 – Диагональная схема взрывания с поскважинным замедлением

Время замедления представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Время замедления диагональной схемы с поскважинным замедлением

Скважинные заряды в ряду	Ряды скважинных зарядов										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	0	42	84	126	168	210	252	294	336	378	
2	67	109	151	193	235	277	319	361	403	445	
3	134	176	218	260	302	344	386	428	470	512	
4	201	243	285	327	369	411	453	495	537	579	
5	268	310	352	394	436	478	520	562	604	646	
6	335	377	419	461	503	545	587	629	671	713	
7	402	444	486	528	570	612	654	696	738	780	

Диагональная схема взрывания с поскважинным замедлением имеет максимальное количество групп одновременно взрывающихся скважинных зарядов в количестве 36 групп, что снижает величину опасной зоны по сейсмическому воздействию на 66% и составляет 218,7 м.

При использовании неэлектрической системы инициирования опасная зона вводится перед соединением участковых линий к магистральной. В рассмотренных восьми схемах монтажа взрывной сети количество соединений участковых линий к магистральной составляет от 7 до 15. При использовании пиротехнических реле (РП) и детонирующего шнура (ДШ) и диагональной схемы взрывания количество в рассматриваемом блоке требуется применить 30 шт. И при монтаже взрывной сети, для включения РП во взрывную сеть ДШ необходимо произвести 60 соединений и пройти расстояние по периметру блока 240 м. Что потребует времени на монтаж взрывной сети в 4 раза больше. Поэтому время действия опасной зоны при использовании неэлектрической системы инициирования значительно меньше, чем при использовании ДШ.

Стоимость средств инициирования (СИ), включающих поверхностную и внутрискважинную сеть изменяется от 18794 руб. до 19490 руб. и разница составляет 800 руб. От затрат на ВВ и СИ это составляет 0,244 %, что является не существенной величиной в общих затратах на буровзрывные работы. И поэтому экономические затраты на СИ не являются критерием для выбора схемы монтажа взрывной сети.

Неэлектрической СИ состоит из ударно-волновой трубки (УВТ), в которой содержится 20 мг/м гексогена и капсуль-детонатора, в котором отсутствуют первичные инициирующие взрывчатые вещества. Поэтому система неэлектрического взрывания ИСКРА относится к группе опасности Д и обеспечивает повышение безопасности при зарядании скважин, забойки и монтажа взрывной сети, чем при использовании РР и ДШ.

Библиографический список

1. Анистратов Ю.И. Технология открытых горных работ. Учебник для вузов: [Текст] / Ю.И. Анистратов, К.Ю. Анистратов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: НТЦ Горное дело, 2008. – 471 с.
2. Справочник. Открытые горные работы / Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Веницкий К.Е., Мельников Н.Н. и др. – М.: Горное бюро, 1994. – 590 с.: ил.

УДК 622.831

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПТК «BLAST MAKER» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДА ВВ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «БЕРЁЗОВСКИЙ»

Сентюрев С.А.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.

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

Рассматривается программный комплекс, с помощью которого проведен расчет сетки скважин. За счёт оптимизации расстановки скважин и рационального распределения скважинных зарядов обосновано уменьшение расхода ВВ.

Ключевые слова: программный комплекс, выход взорванной массы, взрывчатые вещества, скважина, угольный разрез.

Рациональное использование энергии взрыва основано на оптимизации параметров буровых и взрывных работ в едином комплексе для соответствующих условий отбойки горной массы. Сама оптимизация - довольно сложный экономико-математический процесс, для которого необходимо выбрать критерий оптимизации, например, им может служить минимум затрат на отбойку 1 м³ горной массы с наиболее рациональными результатами [1].

Оптимизация расхода ВВ при сохранении (а может и улучшении) технико-экономических показателей ведения буровзрывных работ не представляется возможной без учета взрывчатых характеристик ВВ, применения для данных условий наиболее подходящих образцов, а также без всестороннего изучения и учета при применении их взрывчатых свойств и особенностей режимов детонации в различных условиях.

Система автоматизированного проектирования буровзрывных работ (САПР БВР), является составной частью программно-технического комплекса (ПТК) «Blast Maker» и предназначена для выполнения работ, связанных с подготовкой проектно-технической документации на производство буровзрывных работ на открытых горных выработках. Комплекс включает в себя

информационно-аналитический программный пакет «Blast Maker» и систему сбора и передачи данных о свойствах массива, определяемых в процессе бурения взрывных скважин КОБУС [2].

Система позволяет выполнять контроль над бурением; используя данные, полученные с каждого бурового станка в режиме реального времени, изучать закономерности и взаимосвязи прочностных свойств массива горных пород и непрерывно отслеживать динамику их изменения в пределах карьерного поля.

Сибирской Угольной Энергетической Компанией (СУЭК) принято решение о дальнейшем продвижении современных информационных технологий в подготовку и проведение буровзрывных работ (БВР) на угольных разрезах компании, и рассмотрено несколько вариантов реализации этого решения. В результате выбор был остановлен на предложении компании «Blast Maker» (г. Бишкек, Киргизская Республика) о внедрении одноименного ПТК, выгодно отличающегося комплексным подходом к автоматизации подготовки БВР на разрезе, а также уникальными компонентами этой системы: программным пакетом САПР БВР «Blast Maker» и автоматизированной системой сбора и передачи данных с буровых станков (АССД БС) «Кобус» [3].

Сравнение затрат на подготовку и выполнение вскрышных работ на карьере до и после внедрения ПТК показывает, что уменьшение количества скважин и расхода (ВВ) за счет оптимизации расстановки скважин и рационального распределения скважинных зарядов составляет по блокам от 3 до 7 %, повышение производительности экскаваторов за счет качественного дробления породы и исключения появления негабаритов — до 6 %, в значительной степени уменьшена непроработка подошвы уступа и разубоживание угля в связи с сохранением кровли пласта [3].

На предприятии ООО «Разрез Березовский», были взяты данные, необходимые для расчета программы, они предоставлены в таблице 1.

Таблица 1 – Текущие параметры взрывных работ на блоке

№ сква- сква- жины	Диаметр скважи- ны, мм.	Глубина скважи- ны, м.	Пере- бур, м.	ЛС П, м.	Расстояние между скважина- ми, м.	Расстоя- ние Между Рядами, м.	Масса заряда в сква- жине, кг.	Длина забой- ки, м.
1-57	215,9	16,0	0	3,0	6,0	3,0	550,0	3,0

Масса скважинного заряда на обуреваемом блоке при бурении шестнадцати метровых скважин в количестве 57 штук составила 31350 кг.

Среднее значение массы скважинного заряда составляет, кг:

$$Q_{\text{общ}} \times N_{\text{скв}}, \quad (1)$$

$$31350 \div 57 = 550 \text{ кг}$$

Отсюда получаем, что на одну скважину требуется 550 кг.

Наименование ВВ: Эмулан ПВВ-А-70: Эмулит ПВВ-В.

Наименование ср-в инициирования: ИСКРА-С. ИСКРА-Старт Ш. ИСКРА-П.

Способы инициирования зарядов, взрывной сети: неэлектрическое, коротко замедленное, с применением ИСКРА-П.

Параметры расчета БВР на блоке представлены в таблице 1.

Расход ВВ после внедрения ПТК «Blast Maker» на обуреваемом блоке при бурении скважин разной длины в количестве 57 шт. -составил 27400 кг.

Экономия ВВ на обуреваемом блоке составляет:

$$Q_{\text{тех}} - Q_{\text{с АСУ}}, \quad (2)$$

$$31350 - 27400 = 3950 \text{ кг.}$$

Отсюда получаем экономию приблизительно 12 % с обуреваемого блока: Цена за ВВ = 30000 руб. за тонну.

Отсюда получается:

$$3950 \times 30000 \approx 118500 \text{ тыс.рублей.}$$

На основе сделанных результатов по итогам работы можно сформулировать следующее: испытания показали, что при взрывании с использованием высокоточной системой глобального позиционирования, заряд был уменьшен в среднем на половине скважин, так как глубина скважин изменяется при бурении одного блока от 10 до 16 м. Это происходит благодаря учету данных телеметрии по блокам в режиме реального времени. ПТК «Blast Maker» позволяет обнаружить участки пород с различными физико-механическими свойствами и другими геологическими особенностями в пределах одного блока, тем самым сократить глубину скважин, следовательно, уменьшить, количество ВВ в этих скважинах.

Библиографический список

1. Техничко-экономическая оптимизация комплекса буровзрывных работ. Режим доступа: <http://industry-portal24.ru/razrushenie/2752-tehniko-ekonomicheskaya-optimizaciya-kompleksa-burovzryvnyh-rabot.html>.

2. Опанасенко П.И., Исайченков А.Б. Результаты применения програмно-технологического комплекса «Blast Maker» для проектирования параметров БВР на разрезе «Тугнуйский». Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), № 2, 2013 год, С. 38-57.

IV МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

УДК 669.046:536.7

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНДОВ СУШКИ И РАЗОГРЕВА СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ

Красильников В.В., Никитин Д.А., Запольская Е.М.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Темлянец М.В.,
канд. техн. наук, доцент Темлянцев Е.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Проведен литературный обзор влияния некоторых конструктивных и технологических параметров внепечной обработки на тепловые потери металла во время внепечной обработки, практика и перспективы повышения тепловой эффективности стенов сушки и разогрева сталеразливочных ковшей.

Ключевые слова: сталеразливочный ковш, футеровка, тепловые потери, теплоизолирующая крышка.

Практически вся выплавляемая в конвертерах и дуговых электросталеплавильных печах сталь проходит через сталеразливочные ковши. Наряду с традиционными операциями транспортирования и разлива жидкого металла в сталеразливочных ковшах проводят различные виды внепечной обработки стали [1, 2]. Несмотря на интенсивное развитие различных направлений материаловедения и появление новых конструкционных материалов, сталь попрежнему сохраняет лидирующие позиции. Современное мировое производство последней составляет порядка 1,5 млрд. т в год и имеет тенденцию к росту.

В целях повышения тепловой эффективности процесса производства стали, актуально определение факторов, оказывающих влияние на тепловые потери полупродукта в сталеразливочных ковшах. Жидкая сталь остывает в ковше в основном из-за теплотерь вследствие нестационарной теплопроводности через футеровку ковша, конвекции и излучения через верх ковша (зеркала металла или шлака) и плавления ферросплавов и других шихтовых материалов, подаваемых в ковш при внепечной обработке. Потери тепла через верх ковша зависят от толщины шлака, типа покровной засыпки и её распределения, а также использования теплоизоляционной крышки. Падение температуры за счет плавления ферросплавов зависят от их количества, теплоемкости и теплоты плавления. Потери тепла за счет теплопроводности футеровки ковша сильно зависят от начального распределения температуры в футеровке. Этот процесс зависит от теплового состояния ковша, который в

свою очередь зависит от условий и времени транспортировки пустого ковша и наличия подогрева.

На рисунке 1 представлено соотношение различных видов тепловых потерь металла в ковше во время выпуска из конвертера и последующей выдержки по данным, представленным в работе [3].



Рисунок 1 – Соотношение различных видов тепловых потерь металла в ковше во время выпуска (а) из конвертера и последующей выдержки (б)

В настоящее время на сталепроизводящих предприятиях используют в основном высокотемпературный разогрев футеровки до температуры 1100 – 1200 °С. Конструкции применяемых для этого стенов отличаются большим разнообразием. От их совершенства и экономичности работы напрямую зависят затраты топлива на разогрев футеровки, а, следовательно, и себестоимость производимой стали. В связи с этим разработка мероприятий по повышению тепловой эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей является актуальной задачей, имеющей важное практическое значение [4].

На текущий период существует несколько способов подогрева футеровки ковшей. В большинстве металлургических предприятиях подогрев футеровки ковшей происходит на стендах сушки и подогрева при помощи газовых горелок, вмонтированные в крышку, плотно закрывающую ковш во время подогрева, а отвод продуктов сгорания осуществляется через газоотводящее устройство. При этом нагрев осуществляется при избыточном давлении продуктов сгорания внутри ковша посредством уменьшения площади сечения газоотводящего устройства. Недостатками этого способа является низкий КПД нагрева, связанный с тем, что большая часть энергии от сжигания топлива уносится с отходящими газами, главным образом, с азотом воздуха. По этой причине максимальная температура разогрева составляет не более 1100-1200 °С.

Одной из новых технологий сушки и подогрева футеровки сталеразли-

вочных ковшей является использование топливно-кислородных горелок (ТКТ). При использовании горелок системы «DOC» («сжигание в разбавленном кислороде») горючий газ и кислород вводятся отдельно с помощью высокоскоростных горелок, осуществляющих быстрое перемешивание топлива и окислителя с отходящими газами. На рисунке 2 продемонстрирована схема работы газокислородной горелки по технологии «DOC».

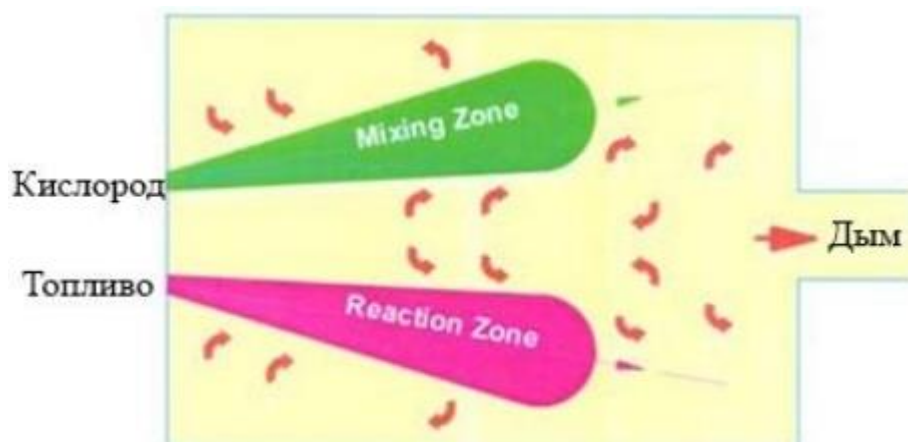


Рисунок 2 – Схема работы газокислородной горелки по технологии «DOC»

На одном из заводов Японии проводился эксперимент, целью которой было сравнение горелок, работающих по технологии «DOC» с обычными топливно-воздушными горелками [5]. На рисунке 3 продемонстрированы результаты сравнения работы горелок.

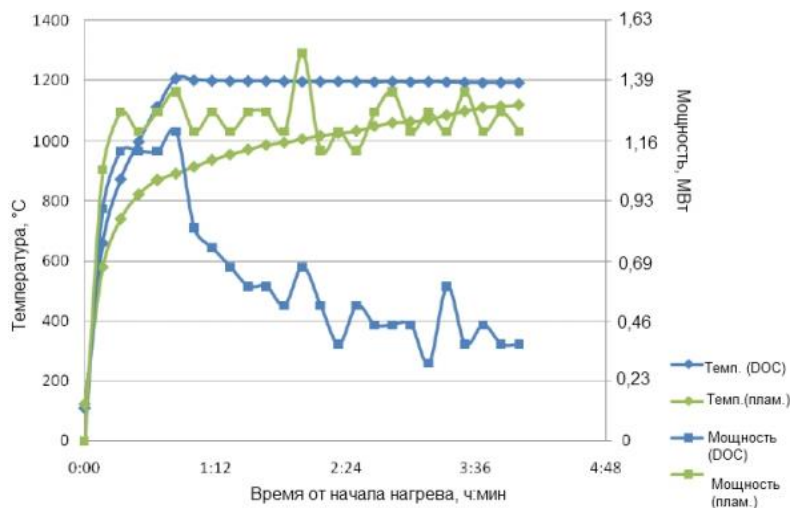


Рисунок 3 – Результаты эксперимента по сравнению эффективности работы газокислородной и газовоздушной горелок

Известен способ сушки и подогрева футеровки ковшей, осуществляемый электрическими нагревателями. Метод реализуется на стенде нагрева, представляющего из себя несущую конструкцию, на которой закреплена футерованная крышка, в которую вмонтировано от 10 до 20 карбидокремниевых нагревателей. Передача тепла от нагревателей к футеровке осуществля-

ется преимущественно излучением, что повышает КПД процесса нагрева по сравнению с газовым подогревом, позволяя нагревать футеровку до 1400 °С. Недостатком этого способа является невозможность управления окислительно-восстановительным потенциалом атмосферы в ковше во время сушки и подогрева футеровки. Известно, что во время сушки углеродсодержащих футеровок происходит коксование органических связующих, входящих в состав огнеупоров. Процесс коксования связан с выделением большого количества газообразных органических соединений. Это приводит к осаждению углерода в виде сажи на нагревателях и электропроводке, что, в свою очередь, вызывает изменение электропроводности нагревателей, локальные перегревы, и в конечном итоге оплавление и поломку нагревателей. Кроме того, при нагреве углеродсодержащей футеровки выше 500-600 °С в окислительной атмосфере происходит выгорание углерода из поверхностных огнеупоров, что приводит к их разрыхлению и резкому снижению стойкости и сроков службы огнеупоров [6 – 9].

Сушка и подогрев футеровки ковшей, осуществляемые электрическими нагревателями, может проходить с повышенной стойкостью углеродсодержащей футеровки и электрических радиационных нагревателей. Авторами данного технического решения (патент № 2572902) являются: Кац Я.Л., Бершицкий И.М., Краснянский М.В. [10].

Технический результат достигается за счет того, что в способе сушки и подогрева углеродсодержащей футеровки сталеразливочных ковшей, включающем нагрев углеродсодержащей футеровки посредством электрических радиационных нагревателей, нагрев ведут в две стадии.

На первой стадии – электрическими радиационными нагревателями в слабо-окислительной атмосфере, достигаемой путем подачи в пространство ковша через фурму воздуха. Нагревают футеровку до 600 °С и выдерживают при этой температуре в течение 4 часов. Осаждающийся углерод окисляется кислородом воздуха.

На второй стадии футеровку подогревают от 600 °С до 1200 – 1400°С в нейтральной атмосфере, достигаемой путем введения в ковш инертного газа через фурму или пористую пробку для снижения концентрации кислорода и предотвращения выгорания углерода из огнеупора.

На рисунке 4 приведен температурный режим сушки и подогрева углеродсодержащей футеровки сталеразливочных ковшей.

При проведении сушки и подогрева периклазоуглеродистой футеровки (типа МС95/ 10 по ISO 10081-3) ковша вместимостью 20 т, расход подаваемого воздуха составил ~250 м³/ч, а расход аргона - 12 м³/ч. Воздух и аргон подавали через фурму, смонтированную в крышку с нагревателями. Стойкость футеровки ковша составила 62 плавки. Для сравнения, средняя стойкость футеровки ковшей, подготовка которых проводилась по способу-прототипу, составляет 48 плавков. Таким образом, применение нового способа позволяет повысить стойкость футеровки на 15 – 20% по сравнению с известными спосо-

бами, а также снизить длительность подготовки нового ковша.



Рисунок 4 - температурный режим сушки и подогрева углеродсодержащей футеровки

Для снижения тепловых потерь металла в ковше через открытую поверхность на металлургических предприятиях используются покровные смеси и теплоизолирующие крышки. Покровные смеси, например, распространенная зола рисовой шелухи (лузги) позволяет уменьшить температуру теплоотдающей поверхности, а значит снизить и тепловые потери металла [11].

Крышка футеруется следующими видами материалов:

- высокоглиноземистые бетонные массы
- модульные волокнистые блоки из огнеупорной ваты и керамоволокнистых одеял
- теплоизоляционными керамоволокнистыми плитами на керамических анкерах

Стойкость футеровки из бетонных масс превышает 2000 циклов, но высокая теплопроводность материала вызывает значительные потери тепла. Иногда в бетонные массы добавляют волокнистые материалы или теплоизоляционные легковесные изделия, что частично снижает тепловые потери.

Модульная схема футеровки была распространена более 10 лет назад. Рулон теплоизоляционной ваты, войлока или фетра сгибали несколько раз и протыкали металлической арматурой. Модули устанавливали в крышке и арматуру сверху покрывали ватой. Волокнистый модуль крепился к крышке с помощью арматуры и обеспечивал высокую аккумуляцию тепло внутри сталеразливочного ковша. Существенным недостатком модульных блоков, выполненных из муллитокремнеземистых рулонных материалов (вата, войлок, фетр), является их «осыпание» в металл при длительной эксплуатации. Это связано в основном с образованием стекловидной фазы (охрупчивание) коротких волокон в процессе эксплуатации. Кроме того, этот материал не имел механических связей между волокнами, а волокна были склеены между собой органической связкой, которая выгорала при нагреве, что также приводило к осыпанию.

В последнее время все большее распространение получают крышки с

футеровкой из керамоволокнистых материалов. Крышки, футерованные мулитокремнеземистым войлоком или другими керамоволокнистыми материалами, имеют низкие показатели теплопроводности (0,1 – 0,3 Вт/м·К), а кроме того обладают достаточными огнеупорными свойствами (до 1300 °С). Благодаря низкой теплопроводности и теплоемкости такая футеровка практически не аккумулирует тепло, а температура внешней стороны крышки незначительно превышает температуру окружающей среды. Также положительной особенностью волокнистых огнеупорных материалов является их пластичность и гибкость, что позволяет сократить потери тепла излучением даже при наличии настывшей шлака и металла на торцевой части стенки ковша.

Новшеством в теплоизоляции крышек ковшей является применение комбинированной футеровки из теплоизоляционных керамоволокнистых плит, показанное на рисунке 5.

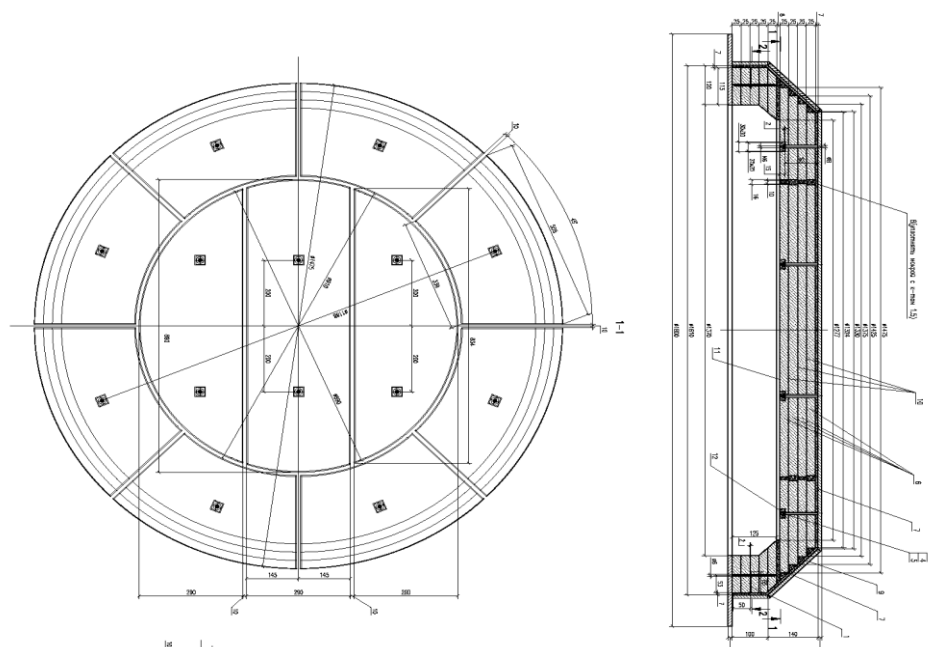


Рисунок 5 – Крышка из теплоизоляционных керамоволокнистых плит

Такие плиты имеют такие же показатели теплопроводности и теплоемкости, что и мулито-кремнеземистый войлок, а благодаря уплотнению волокон у них повышается огнеупорность и термостойкость. Футеровка монтируется съемными сегментами, выполненными из керамоволокнистой плиты. Горизонтальные слои плит проклеиваются специальным клеем. Плиты монтируются на подслое одеяла из керамического волокна на шпильки и фиксируются углубленными шайбами и гайками. Углубления заполняются огнеупорной массой на основе распушенной ваты из керамического волокна, глиняного шликера и жидкого стекла. Слои боковых блоков дополнительно анкеруются стержнями. Наружная поверхность футеровки покрывается защитной жаростойкой обмазкой. Многослойная футеровка плитами позволяет хорошо противостоять действию частых теплосмен, предотвращая осыпания

в металл стекловидной фазы [12].

Одним из направлений повышения тепловой эффективности стандов и экономии природного газа является обогащение воздуха, идущего на горение, кислородом. Ведущие фирмы, занимающиеся конструированием стандов, предлагают достаточно широкий спектр стандов с дополнительной подачей кислорода. Однако в силу ряда причин такие станды получили ограниченное распространение.

В работе [13] проведены многовариантные расчеты, выполненные с использованием многофакторной детерминированной математической модели, которые показали, что обогащение дутья кислородом на стандах высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей повышает тепловую эффективность их работы, приводит к экономии природного газа и повышению КПД.

На рисунке 6 приведены результаты расчетов влияния обогащения дутья кислородом и коэффициента расхода окислителя на затраты для разогрева по фактическим ценам энергоносителей (природный газ – 3,64 руб./; кислород – 1,91 руб./; электроэнергия – 1,44 руб./кВт·ч) одного из российских металлургических предприятий. С экономической точки зрения обогащение дутья кислородом снижает затраты на разогрев в том случае, если цена 1 газа в 3 – 4 раза больше, чем цена 1 кислорода.

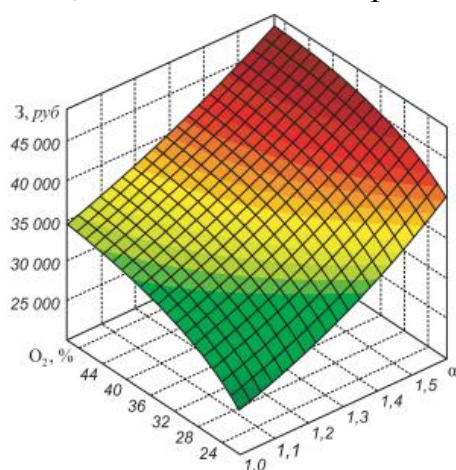


Рисунок 6 – Зависимость абсолютных затрат на разогрев от содержания кислорода в окислителе и коэффициента его расхода

Выводы. Проведенный литературный обзор позволяет сделать следующие выводы:

Жидкая сталь остывает в ковше в основном из-за нестационарной теплопроводности через футеровку ковша и излучения через верх ковша. Минимизировать эту проблему позволяет использование теплоизоляционных крышек и повышение начального теплосодержания футеровки.

Использование теплоизоляционных крышек во время ожидания и транспортировки жидкого металла в ковше позволяет снизить тепловые потери через открытую поверхность металла. Кроме того, при использовании крышек во время разливки и охлаждения пустого ковша сохраняется аккумуля-

лированное тепло футеровки, что позволяет экономить на подогреве ковша.

Качественно новым способом подогрева ковшей является использование электрических нагревателей. Такие нагреватели, изготовленные из карбида кремния с высокой степенью черноты и температурой около 1400 °С по данным изготовителей, способны быстро нагревать футеровку ковша до температуры 1200-1400 °С.

Обогащение дутья кислородом целесообразно применять в случаях необходимости достижения определенных параметров технологии.

Библиографический список

1. Стариков В.С., Темлянцев М.В., Стариков В.В. Огнеупоры и футеровки в ковшевой металлургии. – Москва: МИСиС, 2003. – 327 с.
2. Вихлевщук В.А., Харахулах В.С., Бродский С.С. Ковшевая доводка стали. – Днепропетровск: Системные технологии, 2000. – 190 с.
3. Temperature prediction model for controlling casting superheat temperature / Gupta N., Chandra S. // ISIJ International. 2004. Vol. 44. № 9. P. 1517 – 1526.
4. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е. Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей // Вестник РАЕН. Западно-Сибирское отделение. – 2013. – № 15. – С. 128 – 134.
5. Performance and results of Praxair's DOC technology for ladle preheating at steel mill in Japan / Cates L., Nakao T., Shimamoto T. // AISTech 2010 Conference Proceedings. 2010.
6. Темлянцев М.В. Обезуглероживание периклазоуглеродистых огнеупоров при тепловой обработке футеровок сталеразливочных ковшей [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев // Металлург. – 2010. – № 8. – С. 60–62.
7. Темлянцев М.В. Исследование обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2010. – № 10. – С. 38–40.
8. Темлянцев М.В. Исследование влияния различных факторов на обезуглероживание периклазоуглеродистых ковшовых огнеупоров [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев, Е.Н. Темлянцева // Изв. вуз. Чер. металлургия. – 2011. – № 10. – С. 32–36.
9. Protopopov E.V., Temlyantsev M.V., Zapol'skaya E.M., Maksakova K.E., Degtyar' V.A. High-temperature decarburization of alumina-periclase-carbon ladle refractories // Steel in Translation. 2014. Vol. 44. No. 12. С. 879 – 882.
10. Патентный поиск [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/257/2572902.html>, свободный. (дата обращения: 31.08.2021).
11. Энергосберегающие концепции футеровки ковшей / Рам К., Киршен М., Кронтхалер А. // Сталь. 2009. № 9. С. 37-42.

12. Современная высокотемпературная изоляция сталеразливочных ковшей / Кононов В. А., Земсков И. И. // <https://www.teplopromproekt.ru/about/articles/vysokotemperaturnaya-izolyatsiya-stalerazhivochnykh-kovshey/> / (дата обращения: 31.08.21).

13. Запольская Е.М., Темлянцев М.В., Костюченко К.Е., Матвеев М.В. Исследование эффективности использования кислорода при отоплении стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей. // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. – 2013. – № 6. – С. 3 – 7.

УДК 621.672.002.5

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБЕЗУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ КОВШЕВЫХ ОГНЕУПОРОВ

Кувшинникова Н.И., Запольская Е.М.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Темлянцев М.В.,
канд. техн. наук, доцент Темлянцева Е.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, ischebn_otdel@sibsiu.ru*

Представлены результаты исследования минералогического и фазового составов обезуглероженных слоев алюмопериклазоуглеродистых ковшевых огнеупоров. Изучение образца на стереомикроскопе показало, что минеральный состав огнеупора следующий: корунд, графит, кремнезем и небольшого количества шпинелей в корунде.

Ключевые слова: алюмопериклазоуглеродистые огнеупоры, тепловая обработка, окислитель, глубина обезуглероживания, пористость.

Современные тенденции развития ковшевой металлургии показывают, что спектр технологических операции внепечной обработки стали, проводимых в сталеразливочных ковшах или на агрегатах ковш-печь, ежегодно расширяется. Это приводит к необходимости использования для выполнения футеровки ковшей огнеупоров, обладающих высокой стойкостью против воздействия агрессивного действия металла и шлака.

Исследования, проведенные на металлургических предприятиях, свидетельствует о том, что в наибольшей степени современным требованиям к стойкости футеровки удовлетворяют периклазоуглеродистые и алюмопериклазоуглеродистые безобжиговые огнеупоры, содержащие в своем составе чешуйчатый графит. Традиционно к преимуществам огнеупоров такого типа относят низкую смачиваемость расплавами стали и шлака, высокую термостойкость. Эти огнеупоры имеют существенный недостаток, который заклю-

чается в окислении углерода (выгорании или обезуглероживании) при взаимодействии с кислородсодержащей атмосферой. Рассматриваемое явление наблюдается уже при разогреве футеровок на стендах перед приемом расплава стали [1]. Причем наиболее интенсивно обезуглероживание происходит при первом разогреве (обжиге) новой футеровки, когда поверхность футеровки не ошлакована.

Долгое время борьбе с этим явлением не уделяли должного внимания, поскольку в ряде случаев подвергали сомнению сам факт его существования, а величину обезуглероженного слоя огнеупора считали гораздо меньшей, чем она есть на практике. Однако расширение области применения углеродсодержащих огнеупоров, накопление практического опыта их эксплуатации показали, что явление обезуглероживания огнеупоров однозначно отрицательно сказывается на стойкости футеровки, а глубина обезуглероженного слоя, образовавшаяся после первого разогрева, достигает значительных величин. В частности при ориентировочной стойкости периклазоуглеродистых и алюмопериклазоуглеродистых футеровок на уровне 80 – 100 плавов износ футеровки за плавку составляет порядка 1 – 1,5 мм, причем многие считают, что износ происходит примерно по следующему механизму. При контакте расплава с футеровкой происходит обезуглероживание последней кислородом, содержащимся в стали. Обезуглероженный слой футеровки смачивается расплавом и вступает в реакцию с металлом и шлаком, или пропитывается и размывается последними. Таким образом, обезуглероживание является причиной запуска механизма износа. Ранее проведенные исследования [2 – 4], включающие промышленные эксперименты, показали, что при первом разогреве глубина обезуглероженного слоя в зависимости от температурного режима может достигать 8 – 10 мм. Соответственно обезуглероживание огнеупора на 10 мм примерно эквивалентно снижению стойкости футеровки на 10 плавов (10 %).

В рамках данной работы проведено исследование обезуглероженных слоев образцов ковшевых огнеупоров ООО «Группа Магnezит» (Dalmond) марки APC-75H1, содержащих 75 % Al_2O_3 , 10 % MgO , 7 % C нагретых в электрической печи сопротивления СУОЛ-0,25.1/12,5-И1 в атмосфере воздуха до температур t 900, 1000, 1100, 1200, 1250 °С и выдержанных при постоянной температуре в течение 1, 2 и 3 ч [5].

Исследования исходных образцов выполнены при увеличении 10 – 30^X на стереомикроскопе ЛабоСтеми-4 зум, подготовленных аншлифов в отраженном свете при увеличении 50 – 400^X на микроскопе ЛабоПол-2 РПО.

Изучение образца на стереомикроскопе выявило, что минеральный состав огнеупора следующий: корунд, графит, кремнезем и небольшого количества шпинелей в корунде. Основная масса образца имеет серо-черный цвет.

Текстура огнеупора однородная, плотная. Образец огнеупора обладает высокой пористостью. Большая часть (20 %) пор представлена закрытыми изометрично-сферическими порами размером от субмикроскопических до

1,5 мм, равномерно распределенных в объеме огнеупора. Однако на открытой рабочей поверхности огнеупора в процессе работы образуются открытые поры, связанные между собой сквозными каналами.

Графит образует мелко-чешуйчатые индивиды. Размеры отдельных индивидов колеблются в пределах от сотых долей мм до 1 – 2 мм по простиранию чешуек. Благодаря высокой пластичности графитовой массы, она обтекает кристаллы и обломочные скопления корунда. Корунд образует изометрично-зернистые кристаллы.

Шлифовка и дальнейшее изучение образца в отраженном свете было затруднительно, что вызвано разной твердостью присутствующих в огнеупоре минералов и, как следствие, высокой рельефностью аншлифа.

Изучение аншлифа в отраженном свете выявило, что в графите присутствуют кристаллы корунда (рисунок 1). Они имеют трещиноватую структуру (рисунок 2) и обладают высокой пористостью. Также кристаллы корунда имеют включения шпинели.

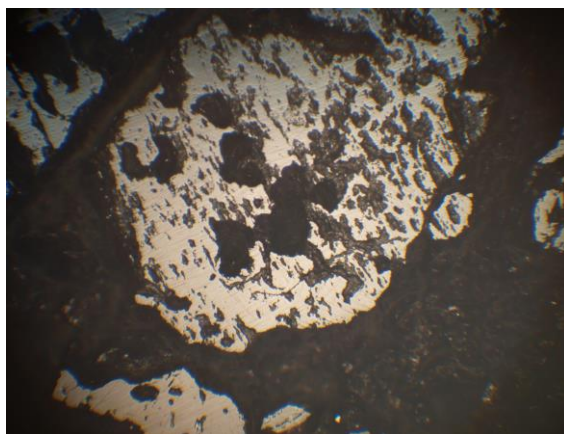


Рисунок 1 - Кристаллы корунда (увеличение 200^{\times})

Кристаллы корунда (рис. 3) в графите в представленном образце обладают высокой пористостью (рис. 4). Характерна различная твердость минералов, которые находятся на разном уровне.

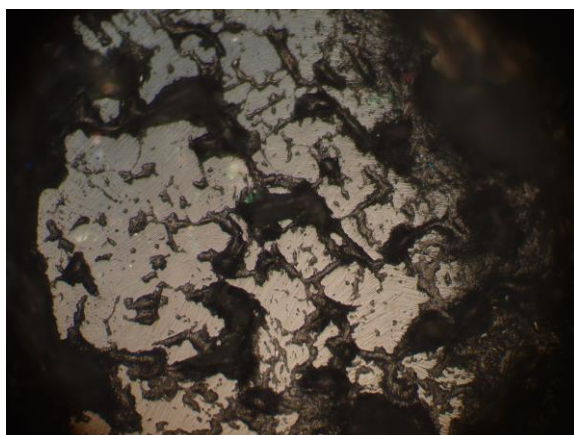


Рисунок 2 - Трещиноватая структура корунда (увеличение 100^{\times})

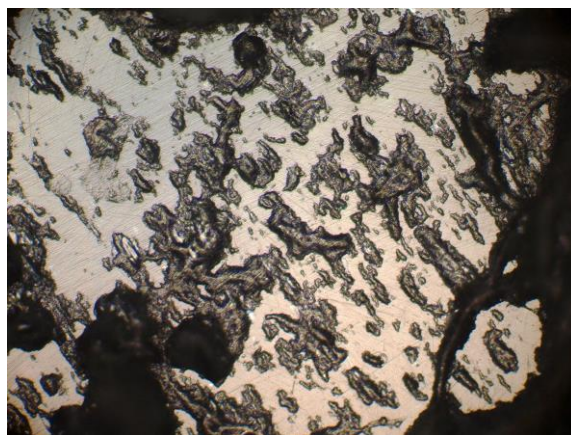


Рисунок 3 - Корунд (увеличение 200^x)

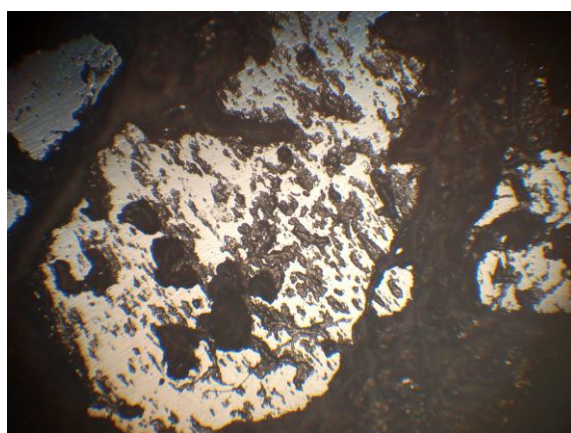


Рисунок 4 - Пористая структура корунда (увеличение 200^x)

Высокая пористость обезуглероженных слоев огнеупора, сформированная вследствие выгорания (окисления) углеродного каркаса свидетельствует об их предрасположенности к пропитке металлом и шлаком и разрушению по механизму, описанному выше.

Выводы. При проведении исследований были изучены минералогический состав ковшевых алюмопериклазоуглеродистых огнеупоров. Изучение образцов показало, что минеральный состав огнеупора состоит из корунда, графита, кремнезема и небольшого количества шпинелей в корунде. Для обезуглероженных слоев огнеупора характерна высокая пористость.

Библиографический список

1. Темлянцев М.В. Анализ основных направлений повышения энерготехнологической эффективности стенов высокотемпературного разогрева футеровок сталеразливочных ковшей [Текст] / Запольская Е.М., Темлянцев М.В, Кстюченко К.Е. // Вестник российской академии естественных наук. Западно-Сибирское отделение. – 2013. – № 15. – С. 128–134.
2. Темлянцев М.В. Обезуглероживание периклазоуглеродистых огнеупоров при тепловой обработке футеровок сталеразливочных ковшей [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев // Metallurg. – 2010. – № 8. – С. 60–62.

3. Темлянцев М.В. Исследование обезуглероживания периклазоуглеродистых огнеупоров при разогреве футеровок сталеразливочных ковшей перед приемом расплава [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2010. – № 10. – С. 38–40.

4. Темлянцев М.В. Исследование влияния различных факторов на обезуглероживание периклазоуглеродистых ковшовых огнеупоров [Текст] / М.В. Темлянцев, М.В. Матвеев, Е.Н. Темлянцева // Изв. вуз. Чер. металлургия. – 2011. – № 10. – С. 32–36.

5. Protopopov E.V., Temlyantsev M.V., Zapol'skaya E.M., Maksakova K.E., Degtyar' V.A. High-temperature decarburization of alumina-periclase-carbon ladle refractories // Steel in Translation. 2014. Vol. 44. No. 12. С. 879 – 882.

УДК 669-1

АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВА Al-Mg, ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКЕ

Панченко И.С., Гэн Я., Розенштейн Е.О.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Панченко И.А.

*Самарский университет, г. Самара, i.r.i.ss@yandex.ru
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Алюминиевые сплавы серии 5xxx обладают высокой прочностью, отличной коррозионной стойкостью, низкой плотностью и хорошей формемостью. Благодаря этим преимуществам, они считаются оптимальными для элементов конструкций транспортных средств, таких как колеса, шасси и подрамники. В данном исследовании проведено изучение влияния электронно-пучковой обработки на изменение поверхности Al-Mg сплава, полученного по методу холодного переноса металла.

Ключевые слова: Al-Mg сплав, 3D-технологии, импульсный электронный пучок, деформация растяжением, структура, свойства.

Проведены исследования структуры и свойств двух партий образцов Al-Mg сплава, изготовленного методами 3D технологий. Исследованы образцы Al-Mg сплава, полученного по технологии холодного переноса металла из сварочной проволоки ER 5356

На рисунке 1 отчетливо видно, что на всех деформационных кривых наблюдаются ступеньки или зубцы. Данное явление называют прерывистой текучестью или скачкообразной деформацией [1].

Анализируя полученные данные, следует отметить, что пластические и прочностные свойства облученных и не облученных образцов близки. Отличительной особенностью образцов, облученных импульсным электронным

пучком, является хорошая повторяемость свойств (рис. 1, кривые 4-6), это обусловлено структурными превращениями, имеющими место в поверхностном слое образцов, подвергнутых облучению импульсным электронным пучком [2].

Сплав Al-Mg, обработанный импульсным электронным пучком, при деформации растяжением показал наиболее высокую повторяемость свойств, по сравнению с образцами исходного сплава. А также эффективное улучшение микроструктуры, механических свойств и более равномерное распределение элементов.

Анализируя полученные данные, следует отметить, что пластические и прочностные свойства облученных и не облученных образцов близки. Отличительной особенностью образцов, облученных импульсным электронным пучком, является хорошая повторяемость свойств (рисунок 1, кривые 4-6), это обусловлено структурными превращениями, имеющими место в поверхностном слое образцов, подвергнутых облучению импульсным электронным пучком [2].

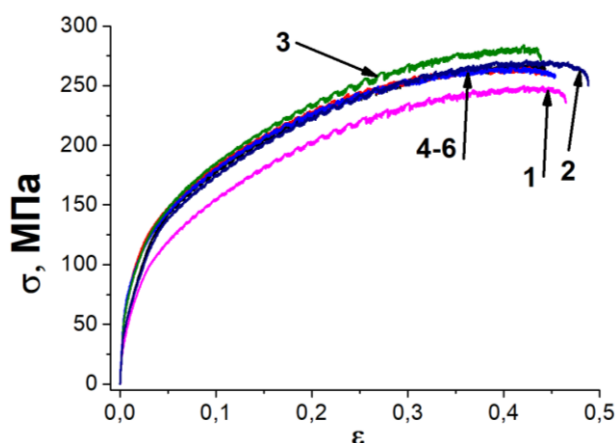


Рисунок 1 - Деформационные кривые, полученные при растяжении образцов Al-Mg сплава, изготовленного методами 3D-технологий; кривые 1-3 – образцы, не облученные электронным пучком; кривые 4-6 – образцы после облучения импульсным электронным пучком с параметрами 18 кэВ, 15 Дж/см², 200 мкс, 3 имп.

Сплав Al-Mg, обработанный импульсным электронным пучком, при деформации растяжением показал наиболее высокую повторяемость свойств, по сравнению с образцами исходного сплава. А также эффективное улучшение микроструктуры, механических свойств и более равномерное распределение элементов.

Обработка Al-Mg сплава импульсным электронным пучком с параметрами: 18 кэВ; 15 Дж/см²; 200 мкс; 3 имп., давление остаточного газа (аргон) в рабочей камере установки 0,02 Па, приводит к плавлению и последующей высокоскоростной кристаллизации поверхностного слоя толщиной 40-45 мкм. Деформация растяжением данных образцов сопровождается хрупким разрушением модифицированного поверхностного слоя.

Методом 3D технологий получена объемная заготовка Al-Mg сплава. Осуществлены механические испытания Al-Mg сплава путем одноосного растяжения плоских пропорциональных образцов, изготовленных из объемной заготовки электроискровым методом. Образцы для испытаний вырезали из объемной заготовки вдоль наплавленных слоев и разделили на две партии.

Показано, что механические свойства образцов в исходном состоянии и после облучения электронным пучком имеют близкие значения. Установлено, что образцы Al-Mg сплава, обработанные импульсным электронным пучком, при деформации растяжением демонстрируют более высокую повторяемость свойств, по сравнению с образцами исходного сплава.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (РНФ) (проект № 20-79-00194).

Библиографический список

1. Su C, Chen X, Gao C, Wang Y. Effect of heat input on microstructure and mechanical properties of Al-Mg alloys fabricated by WAAM. Appl Surf Sci 2019;486:431–40.
2. Gromov V.E., Gorbunov S.V., Ivanov Y.F., Vorobiev S.V., Konovalov S.V. Formation of surface gradient structural-phase states under electron-beam treatment of stainless steel. J Surf Investig X-Ray, Synchrotron Neutron Tech 2011;5:974–8.

УДК 669.046

ПЛАЗМОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ВОЛЬФРАМА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ

Шагиев Р.Р., Шагиев Э.Р., Баротов Ф.Б.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Ноздрин И.В.

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

Вольфрам и его карбиды широко применяются в современном материаловедении. Использование данных материалов в наносостоянии расширяет области их применения. В работе определены условия получения высокодисперсных порошков вольфрама и его карбидов в плазменном реакторе восстановлением оксидов.

Ключевые слова: вольфрам, карбид вольфрама, нанопорошки, восстановление оксидов, плазменный реактор.

Получение материалов, формируемых на основе карбидов тугоплавких металлов относят к важнейшим направлениям современного материаловедения,

которые обеспечивают стратегическую безопасность Российской Федерации.

Особое значение вольфрам и его карбиды приобрели благодаря своими уникальными физико-механическими и химическими свойствам: высокие температура плавления, твердость и теплопроводность; низкое электросопротивление; стойкость в агрессивных средах; сопротивление абразивному износу [1]. Перспективы расширения областей применения рассматриваемых материалов связаны с его получением в наносоостоянии – использование в современных композиционных материалов (КЭП); получение компактных изделий методом горячего прессования и спекания; модифицирование материалов различного состава и назначения.

Анализ отечественного и мирового рынка вольфрама и его карбидов свидетельствуют о наличии двух сегментов – производителей микророшков и нанорошков (таблица 1).

Столь малое разнообразие на рынке нанорошков вольфрама и его карбидов связано с высокой стоимостью производства, необходимостью применения сложного технологического оборудования, использования дорогих, чистых сырьевых материалов.

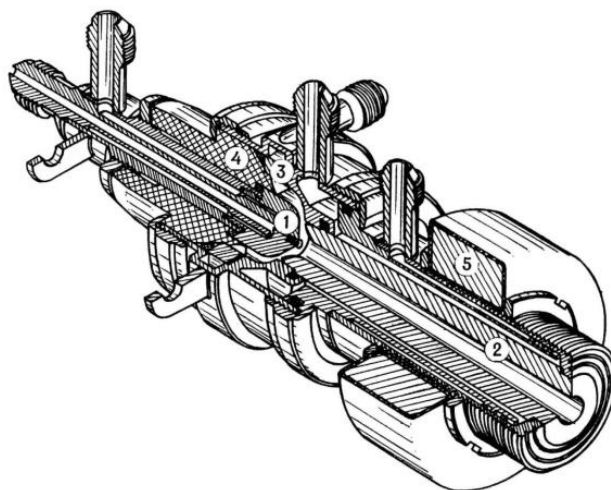
Одним из эффективных способов получения нанорошков вольфрама и его карбидов является плазмометаллургический способ – одно из наиболее распространенных направлений получения нанорошков. В этом способе используется низкотемпературная (4000–10000 К) плазма дугового, тлеющего, высоко- или сверхвысокочастотного разрядов. В качестве прекурсоров применяют металлы, их оксиды или другие соединения.

Таблица 1 – Отечественный и мировой рынок вольфрама и его карбидов

Страна	Микророшки	Нанорошки
Россия	50-100 мкм, 55-175\$/кг «Восток-2» в Приморском крае; ОАО «Приморский ГОК» в Забайкальском крае; ЗАО «Новоорловский ГОК» и ООО «Лермонтовский ГОК» в Приморском крае; ЗАО «Закаменск»	50-180 нм, 500-900 \$/кг ТОО «Плазмотерм», Москва
США	1-10 мкм, 270-500 \$/кг «Atlantic Equipment Engineers», Нью-Джерси; «NOAH Technologies Corporation» Сан – Антонио	50 нм, 600-6600 \$/кг «SkySpring Nanomaterials», Хьюстон; «ALB Materials», Гендерсон; «EdgeTech Industries», Флорида; <30 нм «Nano Materials Store», Фремонт 50-800 нм «US Research Nanomaterials Inc», Хьюстон; 40-130 нм «Nanostructured Amorphous Materials», Хьюстон
Германия	1-10 мкм, 500-600 \$/кг «H.C.Starck Co» Карлсруэ; MaTeck GmbH, Лангенброх	20-40 нм, 4500 \$/кг «Plasma Chem GmbH», Берлин

Основные реакции протекают в газовой фазе (гомогенные процессы), что обуславливает протекание реакций вне равновесных условий при большом количестве образующихся зародышей конденсированной фазы и высокой скорости роста кристаллов [2].

В работе исследована возможность получения вольфрама и его соединений в потоке низкотемпературной плазмы в многоструйном дуговом плазменном реакторе, включающий в себя несколько секций реактора, камеру смешения и три плазмотрона ЭДП-104А конструкции СибГИУ (рисунок 1).



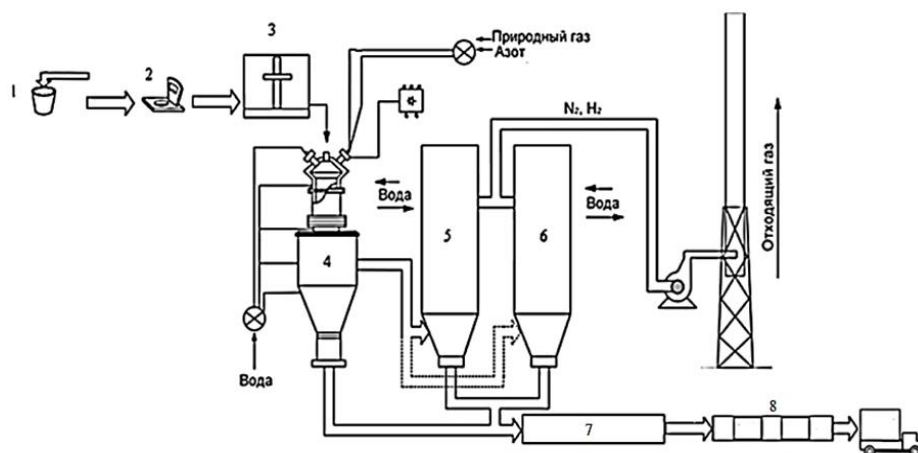
1 – торцевой электрод (катод); 2 – выходной электрод (анод); 3 – узел подачи рабочего газа; 4 – изолятор; 5 – постоянный магнит (соленоид)

Рисунок 1 – Плазмотрон ЭДП-104А

Оптимизированы технологические параметры синтеза получения порошков вольфрама и его карбидов из оксидного сырья восстановлением метана. Начальная температура процесса составляет 5600К, температура закалки – 2800К. В качестве исходного сырья используется триоксид вольфрама, карбидизатором и восстановителем является природный газ – метан, а плазмообразующим газом – азот. Оптимальные технологические параметры синтеза приведены в таблице 2, а аппаратурно-технологическая схема реализуемого проекта – на рисунке 2.

Таблица 2 – Оптимальные технологические параметры синтеза

Продукт	Исходные материалы	Размер частиц WO ₃ , мкм	Средний расход газа, нм ³ /ч	Температура, °К	S _{уд} , м ² /г	Расход материалов, кг/ч		Время пребывания в реакторе
						WO ₃	CH ₄	
W	WO ₃ CH ₄	50-100	N ₂ 36,5	5300 -1800	7,0	6,6	7,8	2,5·10 ⁻² с*
WC	WO ₃ CH ₄	50-100	N ₂ 38,5	5600 -1500	5,0	3,6	4,8	4,5·10 ⁻² с*



1 – хранение шихтовых материалов и подготовка шихты; 2 – дозирование; 3 – загрузка шихты в дозатор для высокодисперсного малосыпучего сырья; 4 – плазмообработка; 5-6 – охлаждение отходящего пылегазового потока и отделение целевого продукта; 7-низкотемпературный отжиг; 8 – контроль качества и упаковка

Рисунок 2 – Аппаратурно-технологическая схема получения нанодисперсных порошков вольфрама и его карбидов

Получаемые материалы представлены частицами с размером 10-70 нм. Внешние виды получаемых нанопорошков представлены на рисунке 3. В таблице 3 представлены некоторые свойства высокодисперсных порошков.

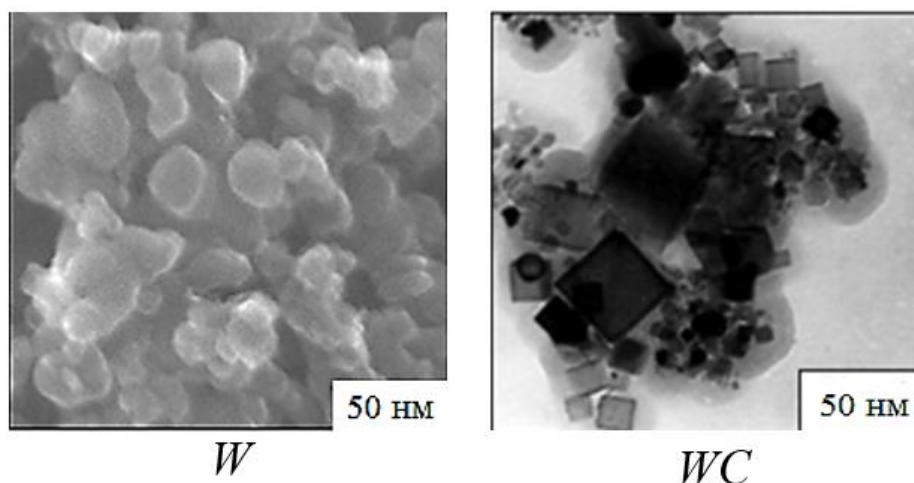


Рисунок 3 – Микрофотографии нанопорошков W и WC

Таблица 3 – Свойства нанодисперсных порошков W и WC

Продукт	Цвет порошка	Температура начала окисления, °К	Химический состав продуктов, вес %				Средний размер частиц, нм	Суд. м ² /г	Насыпной вес, г/см ³
			W	C _{общ}	C _{своб}	O			
W	черный	876	91,6	0,4	0,32	0,1	10-50	7,0	1,4
WC	черный	743	82,6	6,9	3,78	2,9	10-70	5,0	1,2

Анализ свойств полученных материалов предполагает высокую эффективность их применения в качестве упрочняющей фазы и модифицирования различных материалов.

Библиографический список

1. Зеликман, А.Н. *Металлургия редких металлов: учебное пособие для вузов* / А.Н. Зеликман, Г.А. Меерсон. – М.: Metallurgy, 1973. – 608 с.
2. Лепешев, А.А. *Плазмохимический синтез нанодисперсных порошков и полимерных нанокомпозитов: монография* / А.А. Лепешев, А.В. Ушаков, И.В. Карпов. – Красноярск: Сиб. федер. унт, 2012. – 328 с.
3. Галевский Г.В. *Технология плазмометаллургического производства наноматериалов: учеб. пособие: В 2 т.* / Г.В. Галевский [и др.]. – Т. 1. Основы проектирования плазмометаллургических реакторов и процессов. – М.: Флинта: Наука, 2008. – 228 с.

УДК 669.046.41+669.046.581

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗВЕСТКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Коряковцева О.В.

Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Ноздрин И.В.

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

Проведен анализ основных видов конструкций печей для получения извести. Определены тенденции модернизации обжиговых печей в направлении улучшения качества продукции и энергоэффективности обжига. Рассмотрены современные конструкции двухшахтных и кольцевых печей и перспектива их установки на АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Ключевые слова: известняк, известь, флюсы, шахтная печь, обжиг.

В настоящее время предложение извести на мировом рынке оценивается в 110 млн. тонн, в том числе в России и США - около 40 млн. т. Согласно статистике, 89 % потребляет химическая и сталелитейная промышленность, 6 % используется в строительстве, 4 % для производства огнеупоров и менее 1 % в сельском хозяйстве [1].

Для металлургии известь - один из технологически необходимых продуктов, участвующий в большинстве процессов преобразования руды в металл. К примеру, производство одной тонны стали или чугуна требует около 50 кг извести. Известковые флюсы используют на девяти из десяти металлургических заводов. В связи с этим, цеха по производству извести являются структурными подразделениями большинства металлургических произ-

водств. Производительность обжиговых отделений должна полностью обеспечивать известковыми флюсами основные технологические переделы.

На АО «Евраз ЗСМК» годовая программа цеха обжига извести, закрывающая все потребности доменного и сталеплавильного производства, должна обеспечивать производство 600 тыс. тонн извести в год. Выпуск такого количества флюса закрывается работой 9-ти шахтных печей суточной производительностью по 200 тонн и 2-х шахтных печей – по 500 тонн. В качестве топлива для работы печей используется коксовый и доменный газы, резервным топливом является природный газ. За время эксплуатации существующих агрегатов был выявлен и устранен ряд конструктивных недостатков, тем не менее, данные печи по ряду параметров выпускаемой извести не отвечают заданным требованиям, в первую очередь, по степени обжига, составляющей 85 – 90 %, вместо требуемых 95 %. Учитывая вышесказанное, можно отметить назревшую необходимость реконструкции основного оборудования цеха обжига извести в части модернизации существующих печей вплоть до полной их замены на другие типы оборудования. Целью настоящей работы является рассмотрение существующих конструкций обжиговых агрегатов для получения флюсовой извести с целью разработки рекомендаций по модернизации основного оборудования цеха обжига извести АО «Евраз ЗСМК».

Центральным технологическим агрегатом известкового производства (цеха, участка) является печь, в которой обжигается карбонатная порода. Наибольшее распространение получили вращающиеся, шахтные, а также агрегаты, осуществляющие обжиг во взвешенном состоянии. Известь, получаемая в этих аппаратах, используется как в металлургии, так и в промышленности строительных материалов.

Вращающиеся печи для обжига извести (рисунок 1) позволяют получать мягкообожженную известь высокого качества из известняка и мягких карбонатных пород (мела, туфа, ракушечника) в виде мелких кусков. Достоинством таких агрегатов является: возможность механизации и автоматизации процессов обжига; применение различных видов топлива - твердого, жидкого и газообразного; получение высокой степени обжига (90-96 %); возможность обжига мелких фракций карбонатного сырья любой механической прочности и высокой влажности. Одно из важнейших технологических преимуществ обжига извести во вращающихся печах - малое время прохождения материала от места загрузки до выхода из печи, что обеспечивает оперативность управления процессом. Вращающиеся печи обеспечивают компактность технологической схемы, позволяют автоматизировать процесс и снизить капитальные затраты на строительство цехов. Во вращающихся печах может быть получена известь высокого качества. Остаточное содержание диоксида углерода в извести, полученной во вращающейся печи, составляет около 1 %, нередко достигая 0,5 % и менее. Из-за малого времени пребывания материала в печи опасность пережога в них минимальна. При этом получаемая известь имеет высокую од-

нородность по составу [2]. К недостаткам вращающихся печей можно отнести большую металлоемкость и капиталовложения, значительный расход топлива и электроэнергии (по сравнению с шахтными), существенные затраты на текущие и капитальные ремонты.

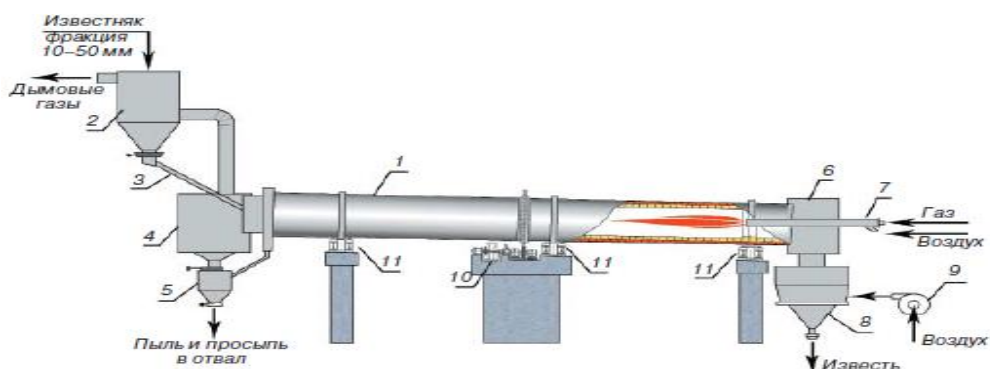


Рисунок 1 – Схема вращающейся трубчатой печи для обжига известня

Вторым по объему выпускаемой извести типом конструкции обжиговым агрегатом являются шахтные печи (рисунок 2). Как и вращающиеся печи, данные устройства относятся к печам непрерывного действия. Шахтная печь состоит из шахты, загрузочного и выгрузочного устройства, воздухоподводящей и газоотводящей аппаратуры. Известняк в шахтную печь загружают периодически или непрерывно сверху. Материал по мере выгрузки извести опускается вниз, и навстречу обжигаемому материалу просачиваются горячие дымовые газы, образующиеся при сжигании твердого, жидкого или газообразного топлива. По характеру процессов, протекающих в шахтной печи, различают зоны подогрева, обжига и охлаждения. Обработку шихтовых материалов до полного обжига не ведут из-за опасности пережога извести. В отечественных шахтных печах, в основном, удается производить известь с остаточным содержанием CO_2 от 5 до 12 % [2].

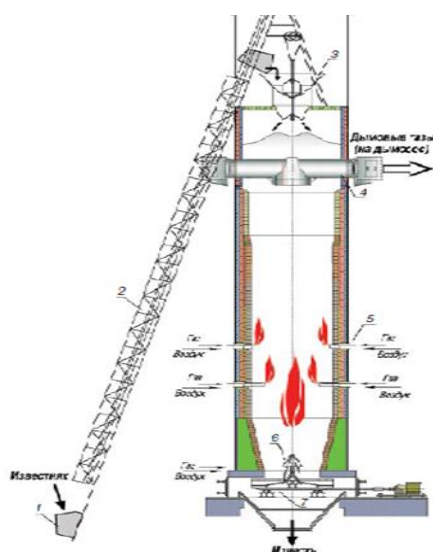
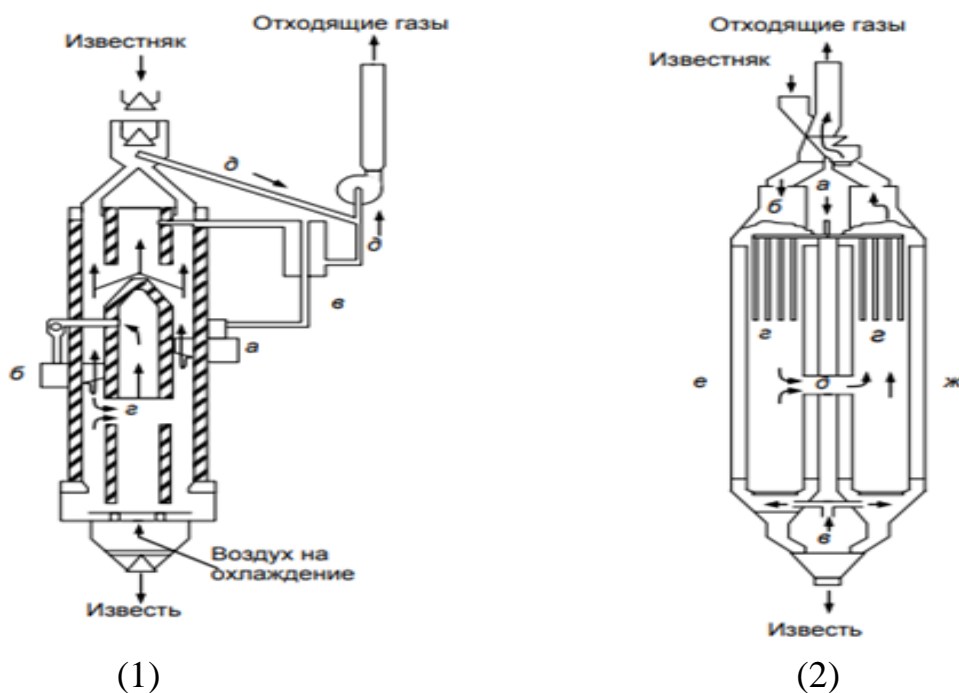


Рисунок 2 – Схема шахтной печи для производства извести

Современные разработки в области совершенствования конструкции шахтных печей позволили решить их основную проблему. Так иностранными производителями шахтных печей (Maerz, RCE и Cimprogetti) гарантируется содержание CO_2 в извести не более 2 %. Наиболее удачными конструкциями следует признать кольцевую и двухшахтную печи [3].

Главной особенностью кольцевой шахтной печи (рисунок 3 (1)) является центральный цилиндр, за счет которого и образуется кольцо, а также арочные конструкции, одновременно удерживающие цилиндр в подвешенном состоянии и обеспечивающие равномерное распределение продуктов сгорания. Центральный столб также служит трактом продуктов сгорания, образующихся на нижних горелках. Эти газы покидают шахту, увлекаясь в пространство газового тракта, а затем вновь инжектируются в печь через нижнюю камеру. Рециркуляция газов создает умеренные температуры вблизи нижних горелок и позволяет завершающую стадию обжига проводить при низких температурах. Благодаря этому получается продукт с низким содержанием CaCO_3 . Кольцевые шахтные печи могут отапливаться газом, мазутом или пылеугольным топливом. Отходящие газы таких печей имеют высокую концентрацию CO_2 (до 28 %). Крупность обжигаемого известняка от 16 до 120 мм, удельный расход тепла 4250-4500 кДж/кг, остаточное содержание CO_2 ниже 2,5 %. Производительность таких печей составляет 190-400 т/сут [3].



1 – кольцевая печь: а, б – верхние и нижние горелки, в, г – подача воздуха в верхние и нижние горелки, д – печные газы. 2 – двухшахтная рекуперативная печь: а – топливо, б – воздух на горение, в – воздух на охлаждение, г – пиковые горелки, д – переходной канал, е, ж – шахты печи №1 и №2

Рисунок 3 – Устройство кольцевой и двухшахтной обжиговых печей

Характерной особенностью двухшахтной регенеративной печи («печь Мерца») (рисунок 3 (2)) является то, что она состоит из двух соединенных между собой цилиндрических шахт. Некоторые более ранние ее конструкции имели три шахты, в том числе прямоугольного сечения, но принцип работы с тех пор не изменился. В рабочем режиме дозаторы известняка на «печи Мерца» переключаются, загружая известняк то в первую, то во вторую шахту. Известняк опускается вниз, попадая в зону предварительного нагрева и разложения, затем проходит между пиковыми горелками и оказывается в зоне обжига, откуда опускается в зону охлаждения. Рабочий цикл печи состоит из двух равнозначных периодов, которые при работе в режиме максимальной производительности длятся от 8 до 15 минут. В течение первого периода газ поступает в пиковые горелки шахты 1 и сгорает в среде воздуха, проходящего через шахту сверху вниз. Выделяющееся тепло идет на частичную диссоциацию известняка в шахте 1. Воздух подается в основание каждой шахты, где располагается зона охлаждения. Охлаждающий воздух из шахты 1 вместе с газами от сгорания топлива и CO_2 , выделившимся из материала через внутренний соединительный канал, перетекают в шахту 2 при температуре около $1050\text{ }^\circ\text{C}$. В шахте 2 пришедшие газы смешиваются с охлаждающим воздухом, поднимающимся из основания, и движутся вверх. Эти газы нагревают известняк, лежащий в зоне подогрева шахты 2. Если бы описанный выше режим продолжался и далее, температура дымовых газов могла бы превысить $500\text{ }^\circ\text{C}$. Однако спустя 8-15 минут, подача топлива и воздуха в шахту 1 перекрывается и происходит реверс процесса. После загрузки известняка в шахту 1, топливо и воздух инжектируются в шахту 2 и отходящие газы выходят через верх шахты 1. Обжиг известня завершается на уровне внутреннего канала при средней температуре около $1100\text{ }^\circ\text{C}$. Поскольку эта печь предназначена для работы с большим избытком воздуха (для сжигания топлива необходимо гораздо меньшее количество воздуха, подаваемого через зону охлаждения), концентрация CO_2 в отходящих газах низка – около 20 % по объему в пересчете на сухой газ. Печь может отапливаться газообразным, жидким или пылевидным топливом (в случае пылевидного топлива, ее характеристики должны подбираться осторожно). Модифицированные конструкции печи допускают обжиг известняка крупностью от 10 до 30 мм [3].

На АО «Евраз ЗСМК» реализуется проект по строительству современных печей обжига известняка, которые обеспечат комбинат качественным сырьем. Рассматривается строительство двух современных печей компании Maerz взамен четырех устаревших печей. Запуск новых печей запланирован на 2022 год. Вложения компании в проект оцениваются в сумму свыше 1 млрд рублей. Экономический эффект от ввода новых печей составит порядка 400 млн. рублей в год за счет снижения энергоресурсов и затрат на обслуживание оборудования [4].

Библиографический список

1. Рынок извести (строительной и технологической) в России. Текущая ситуация и прогноз 2019-2023 гг. URL: <https://alto-group.ru/otchet/marketing/364-rynok-izvesti-stroitelnoj-i-technologicheskoy-tekushhaya-situaciya-i-prognoz-2019-2023-gg.html> /Загл. с экрана. 12.03.2021г.
2. Обжиг известняка. URL: <http://mathdesigner.ru/publications/> Загл. с экрана. 12.03.2021г.
3. Производство цемента, извести и оксида магния/ Справочный документ по наилучшим доступным технологиям. URL: <https://alto-group.ru/otchet/marketing/364-rynok-izvesti-stroitelnoj-i-technologicheskoy-tekushhaya-situaciya-i-prognoz/> Загл. с экрана. 12.03.2021г.
4. ЕВРАЗ реализует проект по строительству современных печей обжига известняка. URL: <https://www.evraz.com/ru/news-and-media/press-releases-and-news/evraz-realizuet-proekt-po-stroitelstvu-sovremennykh-pechey->

УДК 621.745.4

ТЕХНОЛОГИЯ ВВОДА НАНОМАТЕРИАЛОВ В РАСПЛАВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРИСТЫХ ЛИТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Чирков А.В., Скрылев М.А.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Князев С.В.,
Соколов Б.М.**

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

Рассматривается технология получения пористых литых заготовок из алюминиевых сплавов с целью их последующего использования для ввода наночастиц в литейные сплавы и последующее получение литых заготовок с уникальным набором свойств.

Ключевые слова: литье, алюминиевые сплавы, пористый металл, легирование, модифицирование.

Пористый литой алюминий впервые был получен в США Г.Кучеком в 1961 г., он использовался как конструкционный материал для вертолетостроения, однако производство прекратилось из-за конкуренции со вспененным алюминием. Второе рождение пористого литого алюминия произошло в середине 1980 годов одновременно в Японии (С.Нагата, Университет Кюсю), Швейцарии (А.Мортенсен, Федеральный институт технологии в Лозанне) и СССР (Е.Л.Фурман, Уральский политехнический институт г.Свердловск). Именно эти люди поняли, что пористый литой алюминий не конкурент вспененного алюминия, а конкурент спеченных из порошков ме-

таллов. Кроме того, важным стимулом к развитию технологии в СССР было использование пористого литого алюминия для производства вооружения (глушители стрелкового оружия, активная защита бронетехники). Технология получения пористого алюминия пропиткой на первый взгляд подкупала своей простотой. Однако, как любая новая технология, она изобиловала скрытыми проблемами: дефекты неясного происхождения, крайне низкий коэффициент использования металла, маркетинг. В 1990 г. на ООО «Композиционные материалы» было организовано промышленное производство пористого литого алюминия, которое в настоящее время является единственным.

С 2014 года заготовки и изделия из пористого алюминия начал активно предлагать на мировом рынке Китай, например, на сайте Alibaba.com предлагаются анодированная пористая алюминиевая пластина по цене \$2400-4600 за тонну и пористая алюминиевая пластина по цене \$1,3-7,1 за килограмм.

В настоящее время из пористого алюминия получают фильтры газов и жидкостей, пневмоглушители, шумопоглощающие панели, демпферы, барботеры, теплообменники, пламегасители, тепловые трубы, фитили, проницаемы для газа и жидкости защитные корпуса, испарители жидкостей, аэрация жидкостей, вакуумные столы, коллекторы тока в аккумуляторных батареях нового поколения, конструкционные машиностроительные изделия с меньшим весом и температурным расширением, радиаторы охлаждения для электронных компонентов, дизайн объектов в стиле хай-тек и др.. Основными преимуществами изделий из пористого алюминия перед аналогами являются:

- Пористость определяет ресурс работы до очистки. Пористость пористого алюминия регулируется в диапазоне 50-75%, у спеченных фильтроэлементов значительно меньше – 20-35%;

- Очистка фильтроэлементов из пористого алюминия традиционна – промывка в керосине или обратным током воды или сжатого воздуха;

- Гидравлическое сопротивление. У пористого алюминия оно значительно ниже, чем у спеченных из порошков фильтроэлементов при одинаковых фильтрационных характеристиках;

- Стоимость изделий из пористого алюминия меньше, а механические свойства выше, чем у порошковых.

Уникальные свойства изделий следующие:

- Фильтроэлементы. Металлические фильтроэлементы устанавливаются на особо ответственном оборудовании, или в экстремальных условиях эксплуатации. Уже более 100 лет металлические фильтроэлементы изготавливают спеканием из порошков. Пористый литой алюминий появился сравнительно недавно, но уже отвоевал значительную долю рынка, поскольку выгодно отличается от конкурента по своим техническим характеристикам.

Изделия из пористого алюминия обладают высокой проницаемостью, термостойкостью, грязеемкостью и механической прочностью.

– Пневмоглушители. Предназначены для снижения шума и звукоизоляции пневматического, кузнечно-прессового и другого оборудования. Прочнее, долговечнее и эффективнее спеченных, сетчатых и полимерных глушителей.

Пористый литой алюминий востребован промышленностью благодаря высокой удельной прочности и коррозионной стойкости. Технология пропитки расплавом водорастворимого наполнителя в настоящее время единственная позволяет получать широкий спектр пористых алюминиевых изделий – от демпферов до фильтроэлементов, любых размеров и конфигурации, сочетающих в одном изделии пористую и монолитную часть.

Принципиальная технологическая схема получения изделий из пористого алюминия представлена на рисунке 1.

Область применения пористых металлов постоянно расширяется. Новое направление их использования – заполнение пор ультра- и наноматериалами и дальнейший ввод в расплав для его легирования или модифицирования.

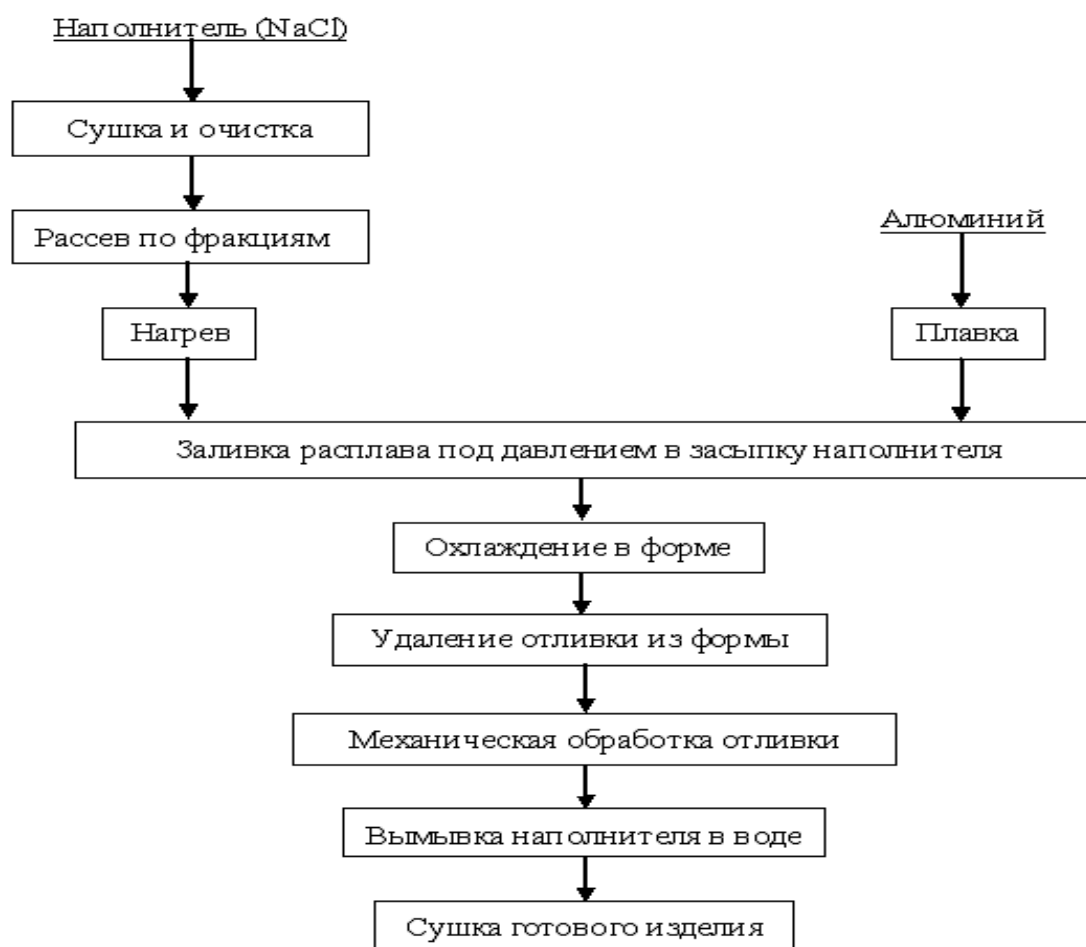


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема получения изделий из пористого алюминия

Традиционное введение наноматериалов в расплав сопряжено с целым рядом трудностей:

- образование конгломерата наночастиц при их механическом вводе в расплав;
- различная плотность наноматериала и расплава и, как следствие, всплывание нанопорошков при их механическом введении в расплав;
- сложность в технологическом обеспечении равномерности распределения частиц наноматериалов во всем объеме расплава;
- низкая воспроизводимость введения заданной концентрации наноматериалов в жидком расплаве;
- окисление и снижение смачиваемости поверхности наночастиц при высоких температурах;
- присутствие оксидных пленок и шлаков на поверхности расплава;
- невысокая адгезия металлической матрицы с наночастицами;
- необходимость плакирования наночастиц определенными металлами или веществами.

В СибГИУ разработана усовершенствованная технология получения пористых литых заготовок из различных металлов и сплавов с целью их последующего использования для ввода наночастиц в литейные сплавы и последующее получение литых заготовок с уникальным набором свойств.

Технология включает в себя несколько этапов [1,2,3,4]:

1. Получение пористой заготовки из маточного сплава с заданными параметрами пористости (рисунок 2).
2. Заполнение пор пористой заготовки наночастицами.
3. Ввод пористой заготовки с наночастицами в жидкий расплав в плавильную печь для получения кускового модификатора (лигатуры) и последующего модифицирования (легирования) с его помощью требуемых литейных сплавов.



Рисунок 2– Пористая заготовка из маточного сплава для ввода в поры ультра- и наноматериалов

Разработанная технология обеспечивает:

- равномерность распределения частиц наноматериалов во всем объеме расплава;
- контролируемую концентрацию наноматериалов в жидком расплаве;

- низкое количество оксидных пленок и шлаков в теле литой заготовки;
- не требует дополнительных технологических приемов для ввода модификатора (лигатуры) непосредственно в расплав.

Предлагаемая технология ввода наноматериалов в расплав – это технология ввода модификатора как в печь, так и в ковш, которая практически не изменяет существующую организационно-производственную структуру литейного цеха и не требует серьезных капитальных затрат на ее внедрение. Технология также применима для ввода в расплав ультра- и мелкодисперсных или иных специфических материалов.

Также предлагаемый способ модифицирования противодействует явлению увядания инокулирующего эффекта в процессе выдержки расплава в ковше перед заливкой формы, что увеличивает технологический цикл живучести расплава.

Выполненные исследования, как авторами, так и другими исследователями, со всей определенностью показывают о наличии единого механизма воздействия наномодификатора на изменение структуры жидкого расплава различных конструкционных материалов, фундаментальную основу которого еще предстоит выяснить, что даст теоретическую базу для разработки новой группы принципиально новых типов модификаторов и лигатур.

С точки зрения фундаментальных основ литейного производства требуют изучения такие вопросы как наследственное влияние шихты, подвергнутой наномодифицированию, на свойства литейных сплавов; изучение склонности сплавов к наследованию структуры на базе теории генной структурной информации шихтовых материалов, разработка теоретической модели создания высокоэффективных композиций модификаторов и лигатур для литейных сплавов [3,5].

Библиографический список

1. Small-scale production of cast porous and composite materials / S. V. Knyazev, A. A. Usoltsev, A. I. Kutsenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 21, Technologies, Innovation, Quality, Novokuznetsk, 23–24 октября 2019 года. – Novokuznetsk, 2020. – P. 012013. – DOI 10.1088/1757-899X/866/1/012013.

2. Князев, С. В. Новая технология ввода наноматериалов в расплав на основе использования пористых литых материалов / С. В. Князев, А. А. Усольцев, А. И. Куценко // Инновационные технологии в литейном производстве : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета "Машиностроительные технологии" и кафедры "Технологии обработки материалов! МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 22–23 апреля 2019 года / Под общей редакцией К.А. Батышева, К.Г. Семенова. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 61-65.

3. Князев, С. В. Наноматериалы на основе пористых литых металлов и

способ их ввода в расплав / С. В. Князев, А. А. Усольцев, А. И. Куценко // Литейное производство. – 2019. – № 9. – С. 5-7.

4. Разработка лабораторного оборудования для исследования процессов литья и сварки в вакууме / Б. М. Соколов, Н. В. Ознобихина, А. Е. Долгополов [и др.] // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 июня 2018 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 190-192.

5. Технология получения отливок из сплава 30ХГСЛ / Р. О. Мамедов, А. Е. Долгополов, А. В. Дмитриенко [и др.] // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 июня 2018 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 184-187.

УДК 621.745.4

ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Скрылев М.А., Чирков А.В.

**Научные руководители: канд. техн. наук, доцент Князев С.В.,
Ознобихина Н.В.**

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

Получение и использование лигатур, модификаторов и раскислителей для получения конструкционных сплавов заданного состава и свойств в металлургии и литейном производстве является важной производственной задачей. Задача исследования заключалась в расширении области использования композитов, создании единой гибкой универсальной, и при этом, упрощенной технологии, которая обеспечит возможность получения широкого диапазона разнообразных по составу и служебным характеристикам раскислителей, модификаторов и лигатур для цветных сплавов. Разработанная технология, основанная на вакуумной пропитке (всасывании) матричного сплава через пористый наполнитель, позволяют получить новые функциональные металломатричные композиционные материалы заданного состава для использования в качестве недорогих лигатур, модификаторов и раскислителей в металлургических процессах, а также упростить и сделать безопасным их использование.

Ключевые слова: литье, легирование и модифицирование, композиционные функциональные материалы, пористость, вакуумная пропитка, металлургия.

Развитие техники невозможно без разработки новых конструкционных и функциональных материалов с заранее заданным составом и, как следствие, свойствами, среди которых большой интерес представляют металломатричные композиционные сплавы (МКС), состоящие обычно из литой основы – металломатрицы и наполнителя – формообразованных гранул, дроби, стружки, а также пористой преформы, с возможным добавлением частиц малого размера, в том числе и наноразмерных [1-5].

В МКС основой являются литейные сплавы, а функциональным наполнителем — легирующие и модифицирующие элементы, дисперсные частицы, искусственно внедренные в металломатрицу. При этом, как правило, в качестве функциональных добавок (элементов) используются алюминий в качестве раскислителя, магний в качестве модификатора, а также добавки тугоплавких частиц оксидов, карбидов, боридов, нитридов.

Одним из методов получения МКС являются жидкофазные технологические схемы.

В основном используют три схемы производства МКС:

1. введение частиц в расплав при интенсивном перемешивании спомощью импеллера или магнитогидродинамического (МГД) перемешивателя;
2. пропитка формообразованных дисперсных частиц или пористых преформ матричным расплавом;
3. порошковая технология.

Для реализации технологий получения функциональных МКС для металлургии было выбрано второе направление, где процесс пропитки осуществляется путем просасывания вакуумом матричного расплава сквозь пористую преформу. Технология пропитки расплавом пористого наполнителя в настоящее время единственная позволяет получать широкий спектр изделий из МКС любых размеров и конфигурации, сочетающих в одном изделии многокомпонентную структуру, рисунки 1 и 2.



Рисунок 1 - МКС с алюминием (матричный материал) и графитом (формообразованный пористый наполнитель)



Рисунок 2 - Пористая заготовка-преформа из матричного алюминиевого сплава для ввода в поры частицмалогоразмера, в том числе и наноразмерных

В качестве основного технологического оборудования для получения изделий из МКС рекомендована индукционная вакуумная машина для литья металлического сплава INDUTHERMVC3000V обладающая улучшенными в сравнении с аналогами и предшественниками характеристиками. Ключевыми преимуществами данного устройства являются комплектация виброприводом, пневматическим замком камеры плавления и функция избыточного давления. При относительно небольшом внешнем габарите и весе данная установка может одновременно обрабатывать до 9 кг металла, в частности, она считается одной из лучших для изготовления изделий из алюминия и магния, что позволяет использовать ее в оснащении производства изделий из МКС. В сравнении с другими моделями INDUTHERMVC3000V обладает увеличенным до 3400 куб.см. тиглем и преформой с максимальным размером 450x600 мм, что позволяет использовать ее в промышленных целях.

Для получения пористых преформ и формирования пористых наполнителей используются следующие принципиальные технологические схемы:

- Получения пористых преформ из пористого алюминия или магния: наполнитель (NaCl) – сушка и очистка – рассев по фракциям – засыпка наполнителя в оболочку и формообразование – нагрев наполнителя – заливка расплава под вакуумом (просасывание через наполнитель) – кристаллизация и охлаждение в форме – удаление отливки (литой заготовки) из формы – механическая обработка отливки – вымывка наполнителя в отливке водой (растворение соли) – сушка готового изделия;

- Из сыпучего материала наполнителя (дробь, стружка, гранулы, порошки и пр.) формируют пористую заготовку в виде любой целесообразной геометрической объемной фигуры, например цилиндра. Заготовку можно формировать любым известным образом, наиболее оптимально уплотнение встряхиванием в оболочках, например трубе, брикетирование материала наполнителя прессованием или с помощью промежуточного пассивного связующего, в качестве которого может быть использовано жидкое стекло. На стадии формирования заготовки обеспечивают определенный технологический суммарный объем ее пор, задавая таким образом соответствующий объем матричного материала в готовом изделии, соответственно и его массу,

и доленое участие в рецептуре. Если заготовку формируют брикетированием материала наполнителя с пассивным связующим (жидким стеклом), то объем пор обеспечивают соотношениями сходных объемов наполнителя и жидкого стекла - в этом случае материал наполнителя смешивают с жидким стеклом в заданном соотношении, полученную смесь формируют и подсушивают до состояния сохранения формы, иногда совмещая эту операцию с нагревом заготовки под пропитку. При формировании заготовки прессованием объем обеспечивают достигаемой при прессовании степенью плотности заготовки [6].

Готовую пористую заготовку нагревают в печи в среде инертного газа (аргона или азота) до температуры, соответствующей температуре ликвидуса металла, выбранного в качестве матричного материала.

Материал твердого наполнителя, являющийся основой для приготовления раскислителя или лигатуры в виде МКС с требуемыми функциональными свойствами, выбирают из группы, включающей Fe, Ti, Ni, Mn, Si, В и используют в виде порошка, гранул, стружки или в другой какой-либо технологически целесообразной форме с размером фракций от 0,25 до 10 мм.

Матричный материал, также в зависимости от служебных свойств изготавливаемого изделия, выбирают из группы металлов, содержащей Al, Mg, Cu, Pb, Zn, Sn, используя их в чистом виде или в виде сплавов на основе любого из них.

Получение МКС может быть использовано при создании эффективных лигатур и модификаторов для цветных сплавов. Технология заключается в том, что тугоплавкие частицы легирующего материала размером не менее 0,25 мм, засыпают в форму (трубу диаметром 50-100 мм) при комнатной температуре в воздушной среде, форму нагревают и помещают в вакуумную камеру для дегазации, после чего заливают ее расплавом алюминия с обеспечением просасывания расплава алюминия в поры между тугоплавкими частицами легирующего материала [7, 8].

Исследованию и разработке металломатричных композиционных материалов уделяется значительное внимание практически во всех экономически развитых странах благодаря комплексу технологических свойств, в том числе, как «носителя» состава, спланированных комплексов лигатур и модификаторов, при разработке новых конструкционных материалов, которые могут быть получены в этом классе функциональных материалов и которые труднодостижимы в материалах, получаемых с использованием традиционных технологий [9,10]. Предлагаемый способ получения лигатур, модификаторов и раскислителей методом вакуумной пропитки (всасывания) матричного сплава через пористый наполнитель обеспечивает возможность их промышленного серийного производства и прост в исполнении, а также удешевляет получаемый с их помощью продукт металлургии за счет повышения эффективного содержания активных составляющих и более полного их усвоения, что снижает расход дефицитных и дорогостоящих материалов.

Библиографический список

1. Small-scale production of cast porous and composite materials / S. V. Knyazev, A. A. Usoltsev, A. I. Kutsenko [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 21, Technologies, Innovation, Quality, Novokuznetsk, 23–24 октября 2019 года. – Novokuznetsk, 2020. – P. 012013. – DOI 10.1088/1757-899X/866/1/012013.

2. Князев, С. В. Новая технология ввода наноматериалов в расплав на основе использования пористых литых материалов / С. В. Князев, А. А. Усольцев, А. И. Куценко // Инновационные технологии в литейном производстве : Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвящённой 150-летию факультета "Машиностроительные технологии" и кафедры "Технологии обработки материалов! МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 22–23 апреля 2019 года / Под общей редакцией К.А. Батышева, К.Г. Семенова. – Москва: Московский государственный областной университет, 2019. – С. 61-65.

3. Князев, С. В. Наноматериалы на основе пористых литых металлов и способ их ввода в расплав / С. В. Князев, А. А. Усольцев, А. И. Куценко // Литейное производство. – 2019. – № 9. – С. 5-7.

4. Технология получения отливок из сплава 30ХГСЛ / Р. О. Мамедов, А. Е. Долгополов, А. В. Дмитриенко [и др.] // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 июня 2018 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 184-187.

5. Разработка лабораторного оборудования для исследования процессов литья и сварки в вакууме / Б. М. Соколов, Н. В. Ознобихина, А. Е. Долгополов [и др.] // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 июня 2018 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 190-192.

6. Использование симплекс-метода Нелдера-Мида для оптимизации состава смесей при литье и сварке / А. Е. Долгополов, Р. О. Мамедов, Р. А. Шевченко [и др.] // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Новокузнецк, 13–15 июня 2018 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2018. – С. 193-198.

7. Князев, С. В. Плавка стали в малой дуговой печи / С. В. Князев, Д. А. Лубяной, Р. О. Мамедов // Металлургия машиностроения. – 2021. – № 3. – С. 18-20.

8. Resource and energy saving technology for producing high-quality steel castings with heat-time treatment / D. A. Lubyanyoy, R. O. Mamedov, B. M. Sokolov [et al.] // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : 21, Technologies, Innovation, Quality, Novokuznetsk, 23–24 октября 2019 года. – Novokuznetsk, 2020. – P. 012044. – DOI 10.1088/1757-899X/866/1/012044.

9. Knyazev S.V., Usoltsev A.A., Skopich D.V., Fatyanova E.A., Dolgopolov A. E. Automated system of control and diagnostics of cast-steel defects in the mass production // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. Vol. 150. P. 1 -5 (012039).

10. Antipenko, V.I., Knyazev, S.V. Diagnostics of steel castings production with the aid of technological pilot samples. Soviet Castings Technology (English-Translation of Liteinoe Proizvodstvo), 1987. no. 7, p. 34.

УДК 629.3.01

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ТОРМОЗНОГО СТЕНДА ДЛЯ УЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «ШАССИ И ТРАНСМИССИЯ АВТОМОБИЛЕЙ»

Андреев К.А.

Научный руководитель: Почетуха В.В.

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

Создание новых лабораторий и введение их в эксплуатацию сопряжено с определенными трудностями: чаще всего связано с недостаточным финансированием и дороговизной оборудования, которым предполагается оснастить лабораторию.

Вследствие этого наиболее рациональным вариантом решения этих задач является разработка самостоятельных проектов по созданию обучающих лабораторных установок и различных стендов.

Ключевые слова: силовые агрегаты, эксплуатационные материалы автомобилей, двигатель внутреннего сгорания (ДВС), стенд, цилиндр, поршень, обкатка, нагрузка, ремонт.

В связи с началом подготовки в 2012 году бакалавров по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» по профилю «Автомобили и автомобильное хозяйство» возникла необходимость создания соответствующей лабораторной базы на кафедре транспорта и логистики. Так на базе аудитории 100М был разработан нами проект учебной лаборатории «Шасси и трансмиссия автомобилей». В настоящее время он успешно реализуется.

Лаборатория по окончании проекта будет содержать оборудование по изучению шасси и трансмиссии легковых и грузовых автомобилей, силовых агрегатов автомобилей, стенды для проведения лабораторных работ по изучению конструктивных особенностей автомобилей [2].

На первом этапе проекта была разработана планировка лаборатории «Шасси и трансмиссия автомобилей». Следующим этапом было проектиро-

вание и создание одного из самых сложных агрегатов для данной лаборатории – тормозного стенда, по которому и был произведен расчёт [1,3,4].

В данной статье представлен процесс разработки стенда для учебной лаборатории по диагностике шасси и трансмиссии. Главный акцент в данной работе делается на то, что стенд был полностью спроектирован и изготовлен на базе вуза.

Испытания автомобилей являются неперенной частью, с одной стороны, автомобильной науки, с другой — автомобильного производства, они позволяют не только проверять и доводить внедряемые в конструкцию новшества, но и осуществлять постоянный контроль за качеством изготавливаемых автомобилей и агрегатов, а также их состоянием в процессе эксплуатации [6]. Исследовательские центры и испытательные полигоны стали неотъемлемыми звеньями автомобильной индустрии как одной из наиболее сложных и массовых отраслей машиностроения [7].

При стендовых испытаниях автомобилей применяется специальное стендовое оборудование, которое имитирует условия дорожных испытаний [8].

Тормозную силу для каждой оси измеряют не менее трех раз в случае, если разброс полученных значений не превышает 10% средней тормозной силы для данной категории автомобиля. При большом разбросе данных выполняют частичную или полную регулировку тормозных механизмов, и измерения повторяют [8].

Автомобиль считается пригодным для эксплуатации, если при тормозных испытаниях установлено, что отношение суммарной тормозной силы к полному весу автомобиля превышает для легковых автомобилей 60% [9].

Стенды в основном оснащены роликовыми валами с покрытием, имитирующим сцепление колеса с асфальтным покрытием, аналоговым либо цифровым табло для отображения результатов испытания, компьютерным управлением.

В работу спроектированного нами тормозного стенда заложены следующие функции [7]:

- 1) измерение и расчет параметров тормозных систем по ГОСТ Р 51709-2001;
- 2) тормозные силы колес;
- 3) удельная тормозная сила и осевая нагрузка колес в процессе торможения;
- 4) неравномерность тормозных сил;
- 5) время срабатывания тормозной системы;
- 6) усилие на педали тормоза и рычаге стояночной системы;
- 7) вывод на экран монитора и информационное табло результатов измерений и их графической интерпретации;
- 8) управление режимами измерения по программе и гостированной методике автоматическое или в ручном режиме с радиопульта;

- 9) вывод на экран монитора и светофор указаний оператору и водителю;
- 10) распечатка протокола измерений и графиков изменения тормозных сил в реальном масштабе времени;
- 11) работа в составе линий технического контроля с автоматической передачей данных в диагностическую карту автомобиля;
- 12) Широкий диапазон рабочих температур от -3000 до +5000 градусов Цельсия;
- 13) Динамическое измерение тормозных сил и осевых нагрузок при торможении на каждом колесе с учетом разгрузки осей при торможении.

Последовательность работ на посту диагностирования тормозной системы:

- 1) проверка давления в тормозной системе;
- 2) проверка герметичности тормозной системы;
- 3) проверка эффективности стояночного тормоза;
- 4) проверка аварийной системы торможения;
- 5) проверка эффективности вспомогательной тормозной системы;
- 6) проверка эффективности главной тормозной системы;
- 7) оформление документов.

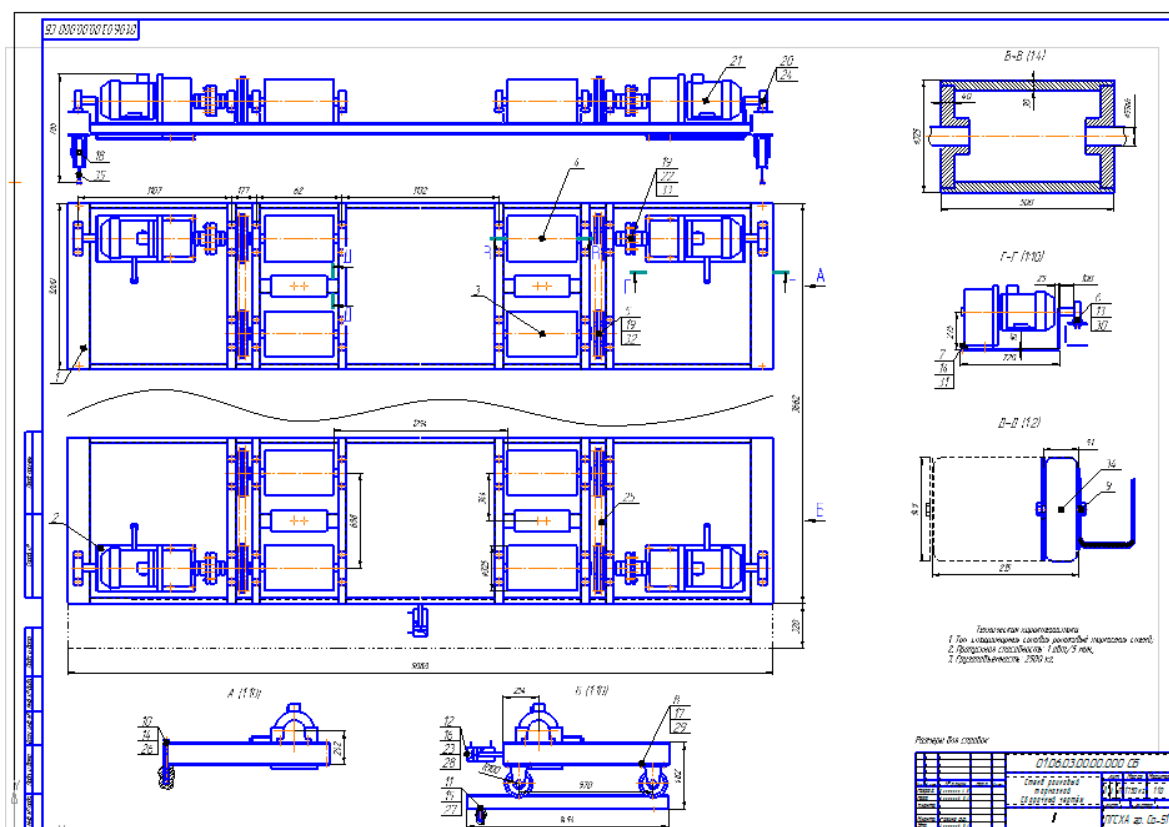


Рисунок 1 - Чертеж тормозного стенда

Стенд представляет собой роликовое устройство, предназначенное для измерения тормозных сил каждого из колес, неподвижного стоящего автомо-

бия, затормаживая его колеса в процессе вращения. Вращение осуществляется роликами стенда от электродвигателя. Тормозные силы определяют по величине крутящего момента, возникающего на роликах при торможении [7].

Расчёт тормозного стенда проводился в следующей последовательности:

1. расчет расстояния между осями барабанов тормозного стенда.
2. расчет длины барабанов;
3. кинематический расчет привода;
4. выбор электродвигателя;
5. расчет частот вращения валов;
6. расчет нагрузок на валах;
7. расчет цилиндрических зубчатых передач;
 - 7.1. расчет для первой быстроходной косозубой ступени;
 - 7.2. продолжение расчета для первой быстроходной косозубой ступени;
 - 7.3. расчет для второй тихоходной косозубой ступени;
 - 7.4. продолжение расчета для второй тихоходной косозубой ступени;
8. расчет валов;
 - 8.1. расчет быстроходного вала № 1;
 - 8.2. расчет промежуточного вала № 2;
 - 8.3. расчет тихоходного вала № 3;
9. расчет шпоночных соединений;
 - 9.1. расчет шпоночного соединения на быстроходном валу №1;
 - 9.2. расчет шпоночного соединения на колесе промежуточного вала №2;
 - 9.3. расчет шпоночного соединения на конце тихоходного вала № 3;
10. расчет (подбор) подшипников качения;
 - 10.1. расчет подшипников качения быстроходного вала № 1;
 - 10.2. расчет подшипников качения промежуточного вала № 2;
 - 10.3. расчет подшипников качения тихоходного вала № 3;
11. подбор и расчет упругих муфт;
 - 11.1. расчет муфты на быстроходном валу;
 - 11.2. расчет муфты на тихоходном валу;
12. расчет рамы;
13. расчет роликовых цепных передач;
14. расчет пневматического подъемника.

Приспособления, как любые механизмы, являются источником повышенной опасности для окружающих. Поэтому при проектировании необходимо обеспечить соблюдение ряда условий обеспечивающих удобную и безопасную работу при использовании приспособления.

Кроме схемы с использованием редуктора и двигателя отдельно мы предложили схему с использованием мотор-редуктора. Это упрощает конструкцию, но его будет сложнее приобрести для создания тормозного стенда для заполнения лаборатории. Поэтому, если не удастся приобрести двигатель и редуктор по отдельности, то можно приобрести мотор-редуктор.

Схема тормозного стенда с мотор-редуктором изображена на рисунке 2.

К работе на стенде допускаются лица, изучившие инструкцию по эксплуатации, прошедшие инструктаж по технике безопасности и ознакомленные с конструкцией тормозного стенда и его особенностями работы и эксплуатации.

До начала эксплуатации стенда потребитель должен провести полное техническое освидетельствование в соответствии с требованиями техники безопасности. В дальнейшем ежегодно должно проводиться полное переосвидетельствование стенда [6].

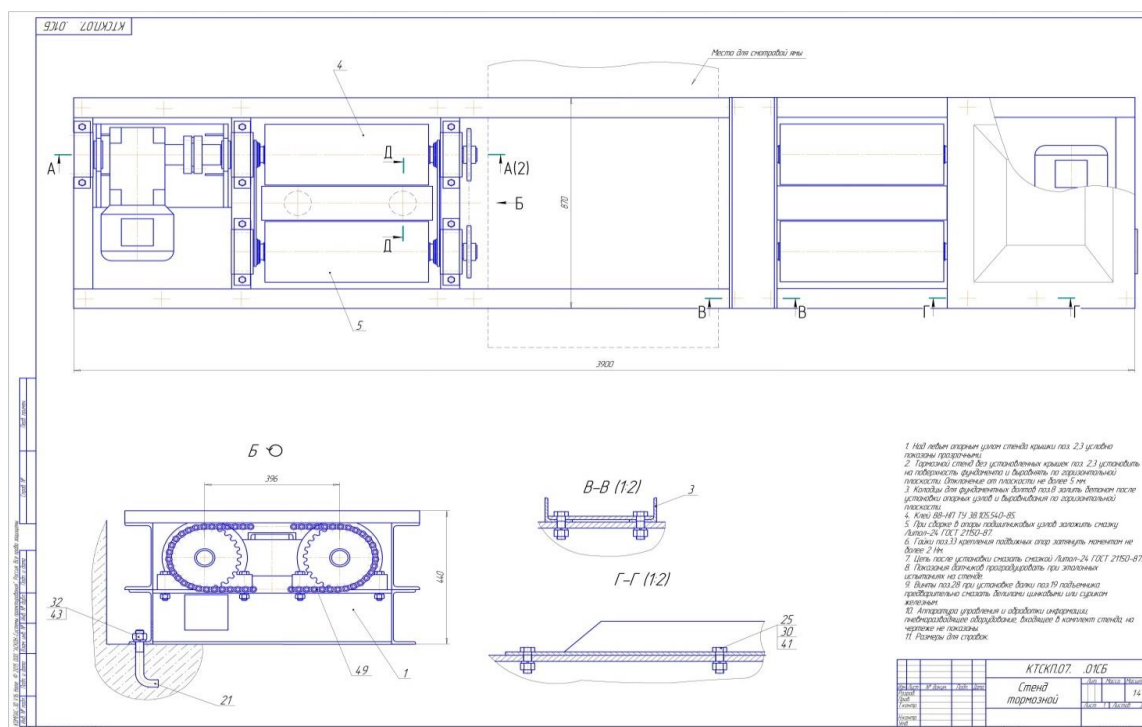


Рисунок 2 - схема тормозного стенда с мотор-редуктором

В данной статье описана последовательность работ по разработке и проектированию тормозного стенда для испытаний легковых автомобилей. Конструкция стенда была разработана на основе анализа найденных в технической литературе и Интернете схем. Спроектированный тормозной стенд несложен по конструкции. Поэтому может быть рекомендован для применения в учебной лаборатории.

При создании работы были использованы знания, полученные при изучении основных технических и специальных дисциплин.

Основная цель – научиться проектировать оборудование предназначенное для проведения ремонта и обслуживания узлов автомобилей.

Библиографический список

1. Куклин С.А. Расчеты деталей машин: Справочно- методическое пособие /С.А. Куклин. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2011. – 119 с.
2. Почетуха В.В. Шасси и трансмиссия автомобилей: методические

указания к выполнению лабораторных работ / Сиб. гос. идустр. ун-т ; сост. В. В. Почетуха. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2014. – 40 с.

3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Изд 7-е в 3-х тт/ В.И. Анурьев. – М.: - Машиностроение, 1992.

4. Гуревич П.С. Оборудование для ремонта автомобилей. Учеб. Пособие/ П.С. Гуревич, Кац А.М. - М.: Машиностроение, 1978. – 358с.

5. Дунаев П.Ф., Лёликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин: Учеб. пособие для техн. спец. вузов. - 6-е изд., исп./ П.Ф. Дунаев, О.П. Лёликов – М.: Высшая школа, 2000. – 447с.

6. Дюмин И.Е. Современные методы организации и технологии ремонта автомобилей. Учебное пособие. – М.: - Машиностроение, 1974. – 374с.

7. Карунин А.Л. Конструкция автомобиля. Шасси. – М.: МАМИ, 2000. – 528с.

8. Сарбаев В.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов. Серия «Учебники, учебные пособия»/ В.И. Сарбаев, В.С. Селиванов,

В.Н. Коноплёв, Ю.Н. Дёмин. – Ростов – на- Дону:«Феникс»,2004. – 448с.

9. Игнатов А.П. Эксплуатация и техническое обслуживание автомобилей. Руководство по ремонту/ А.П. Игнатов, В.А. Пятков. – М.: - Третий Рим, 2002. – 203с.

УДК 656.212

ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ СО СТАНЦИЕЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Смирнов Д.Д.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Между станциями необщего пользования и станциями примыкания происходит множество процессов влияющих на общую транспортную сеть. С каждого предприятия на железную дорогу поставляется огромное количество разнообразных грузов, от пшеницы до золотой руды. Разумеется, сроки таких поставок крайне критичны и, какие либо проблемы при погрузке и при передвижении могут привести к огромным экономическим потерям.

Ключевые слова: проблемы взаимодействия, станции необщего пользования, станции примыкания.

Цель. Рассмотреть проблемы взаимодействия между собственниками путей необщего пользования и станциями примыкания.

Стык железнодорожного транспорта с промышленным является большим местом транспортной системы. Из-за того, что в этом случае транспортные объекты принадлежат двум владельцам, возникают различного рода проблемы с взаимопониманием и разные приоритеты в транспортном процессе. Из-за этого возникают задержки вагонов, увеличиваются простои и пробеги, расход топлива, часто усложняется перегрузка и т.д.

Изменению этого положения способствует единый технологический процесс, т.е. объединение системы управления движением вагонов на железной дороге и промышленном предприятии.

Единый технологический процесс (ЕТП) разрабатывается для станций, у которых среднесуточный грузооборот превышает 100 вагонов, поэтому для малых станций он может быть составлен по договоренности.

Очевидно, что этот документ не является панацеей и не может уберечь от задержек и ошибок в транспортном процессе, однако речь не о том.

Стоит заметить, что станция необщего пользования принадлежит частному предприятию, что подразумевает серьезные ограничения в финансовых ресурсах и серьезное нацеливание на финансовую выгоду, что означает возможную потерю эффективности в пользу выгоды. Например, некоторые предприятия уменьшают количество работников для экономии на зарплате или уменьшают количество оборудования ради экономии на содержание. Разумеется, зачастую это имеет смысл, однако при транспортном процессе нередко возникают ситуации с увеличением суточного грузопотока в несколько раз, что может привести к перегрузкам оборудования и людей.

Железнодорожный транспорт не прощает ошибки, ведь малейшая недоработка может вызвать глобальные потери времени и денег, но что более важно, может привести к авариям и катастрофам.

Так уж случилось, что крупные предприятия, имеющие подъездные пути необщего пользования работают с большим количеством владельцев вагонов, используемых для погрузки и выгрузки груза на территории этих предприятий, поэтому могут возникнуть проблемы с очередью погрузки. За один год на путях одного предприятия может побывать 25 тысяч разных вагонов от более 10 собственников [1].

Каждый собственник хочет, чтобы его вагоны постоянно были в работе и приносили прибыль, поэтому устанавливаются нормы времени на пользования вагонами.

При задержках вагонов на путях необщего пользования возникают штрафы, прописанные в Уставе железнодорожного транспорта и Правилах перевозок грузов [3].

Эти самые задержки являются основной проблемой взаимодействия станций необщего пользования и станций примыкания. Одна задержка может привести к необходимости создания нового маршрута, что сильно ударит по общему транспортному процессу и приведет к новым задержкам на больших станциях, где постоянно производятся маневры.

Учет времени нахождения вагонов на железнодорожном пути необщего пользования осуществляется на основании памяток приемосдатчика и актов общей формы в случае их составления [2]. И вообще все документы, отвечающие за вагоны, имеют огромную важность в транспортном процессе. Если на маршрут из определенного числа вагонов был составлен соответствующий документ, а в результате несколько вагонов из данного маршрута не было подано на станцию примыкания, документ приходится разрывать, собственники теряют огромную неустойку, а на владельца станции накладываются штрафы, из-за одной ошибки.

Однако, несмотря на это задержки при уборке и подаче вагонов не являются основной проблемой взаимодействия между станциями примыкания и путями необщего пользования. Этой проблемой является просрочка доставки груза.

Основное время оборота вагона составляют простои на станциях погрузки и выгрузки, следовательно от того насколько правильно и быстро будут производиться операции по погрузке и выгрузке и зависит данная проблема в первую очередь. Проблемы здесь возникают в основном в человеческом факторе, разнообразных ошибках, приводящих к дополнительному простоям и неисправностям самих вагонов, приводящих к проблемам в коммерческом отношении.

Другой важной проблемой при взаимодействии между станциями примыкания и путями необщего пользования являются неисправные вагоны. Данные вагоны по различным причинам нельзя использовать в производстве. Самое очевидное – технические или коммерческие неисправности. Одно дело, когда при погрузке или выгрузке будет обнаружена неисправность, но чаще всего подобные вагоны приходят с внешней сети и стоят мертвым грузом на станциях необщего пользования, без какого либо смысла и только через учетное время уже отправляются обратно для починки и перерегистрации.

Некоторые вагоны нельзя загружать по иной причине – превышение лимита пробега. Каждый вагон может использоваться между капитальными ремонтами ограниченное число километров, поэтому отправка таких вагонов маршрутами на дальние расстояния будет нарушать устав железнодорожного транспорта. Ведь у таких вагонов высока вероятность поломки в пути. Однако часты случаи, когда их подают на пути необщего пользования.

Почему же это происходит? Все дело в том, что зачастую собственники отправляют огромное количество вагонов в производство, не особо задумываясь о том, закончится у них пробег или нет. В больших партиях вагонов по 70 и более, почти всегда есть несколько с недостаточным для отправления в дальние пункты пробегом, что приводит к повышенному простоям бесполезного груза железа, до момента, когда их можно будет отправить с очередной группой в порожнем виде обратно собственникам вагонов.

Еще одна проблема может возникнуть внезапно и создать много путаницы на станциях необщего пользования, что негативно отразится и на станциях примыкания. Это смена собственника предприятия, которому принадлежат пути и станции необщего пользования.

Собственник может смениться довольно внезапно для транспортного процесса, т.к. вагонопоток планируется по договору на несколько лет и если вдруг в середине срока сменится собственник, это мощно ударит по производству. Мало того что, заключенный договор нужно перезаключать с новым собственником и не факт, что он останется хотя бы на половину таким же, запланированные вагоны будет сложно обслуживать.

На железной дороге процесс происходит безостановочно и каждый раз, когда меняется собственник или происходит более мелкая заминка, возникает огромное количество трудностей, приходится менять пункты назначения для загруженных грузов, искать подходящие маршруты, формировать новые документы и координировать работу с абсолютно новыми критериями.

Еще одна немаловажная проблема строится на разногласиях между собственниками путей необщего пользования и РЖД на финансовой основе. Для РЖД наиболее выгодно перевозить грузы маршрутами, т.к. при этом на их путях будет меньше составов, в то время как собственникам не выгодно хранить большое количество груза на складах из-за затрат на обслуживание этих самых складов и логичнее создавать короткие составы с разными грузами дабы освободить склад.

Существуют также разногласия на почве различий уставов железнодорожного транспорта и конкретных уставов предприятий.[4] Предприятия как правило устанавливают свои тарифы, которые не соответствуют тому, что принято у РЖД, как и завышение требований к коммерческой работе из-за чего вагоны, имеющие минимальные повреждения могут быть отправлены на починку обратно на ЖДНП.

Таким образом, можно сделать вывод, что основные проблемы взаимодействия между станциями необщего пользования и станциями примыкания возникают из-за конфликта интересов или банальных ошибок, а также различий в уставах. Эти проблемы оказывают существенное влияние на перевозочный процесс в целом, поэтому вопрос решения данных проблем является актуальным на сегодняшний день.

Библиографический список

1. Гарлицкий Е.И. Совершенствование технологии обслуживания железнодорожных путей необщего пользования//Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: 2015
2. Промышленный железнодорожный транспорт: проблемы и решения //РСП Эксперт. – 2014. №11.
3. Промышленный железнодорожный транспорт: сегодня и завтра//РСП Эксперт. – 2015. №1.

4. Давыдов Г. Работать по-новому: изменения в законодательстве//РСП Эксперт. – 2015. №4, №12.

УДК 656.212

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПУТЯМИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ

Смирнов Д.Д.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Взаимодействие между любым предприятием и железной дорогой производится посредством определенного документа - единого технологического процесса. Главная его задача увязать технологию обработки составов и вагонов на станциях примыкания и железнодорожных путях необщего пользования с ритмом производственного процесса промышленных предприятий.

Ключевые слова: угольное предприятие, предприятие, станция необщего пользования, пути необщего пользования, маршрут, единый транспортный процесс.

Цель. Рассмотреть особенности взаимодействия промышленных предприятий и железнодорожных путей необщего пользования, единый технологический процесс и специфические отличия угольной промышленности от прочих, необходимость маршрутизации.

Большой процент грузотранспортной работы железнодорожного транспорта выполняется на путях предприятий различных отраслей промышленности, примыкающих к станциям магистральных дорог. Поэтому необходимо обеспечить четкое взаимодействие в работе станций необщего пользования и промышленных предприятий.

В зависимости от производимого груза различные предприятия требуют разные типы перевозки. При добыче малых партий груза его хранение нежелательно и затратно, ведь требуется выделять определенную территорию под складирование, охрану и периодически проверять сохранность груза. В случае же перевозки угля становится выгодно наоборот копить грузы в большом количестве для перевозок маршрутами.

Маршрутные железнодорожные грузовые перевозки - это перевозки, при которых по одной накладной перевозится такая партия груза, которая по грузоподъемности соответствует целому составу поезда. На шахте непрерывно добывают уголь и складировуют до накопления маршрута, после чего загружают в вагоны и отправляют по различным направлениям. Взаимодей-

стве между предприятием по добыче угля и станцией всегда сводится к оптимизации погрузки и отправки груза, для чего составляется единый технологический процесс.

Единый технологический процесс регламентирует единый порядок работы локомотивов, условия обмена информацией и оперативного планирования работы по подаче-уборке вагонов, графики выполнения грузовых операций и т.д. [3].

Четкое планирование перевозок как между станцией примыкания и путями необщего пользования, так и межцеховых перевозок осуществляется по контактному графику. В них предусматривается точное время выполнения всех перевозок, что сводит до минимума простои маневровых локомотивов и составительских бригад в ожидании освобождения путей, готовности вагонов после погрузки и выгрузки.

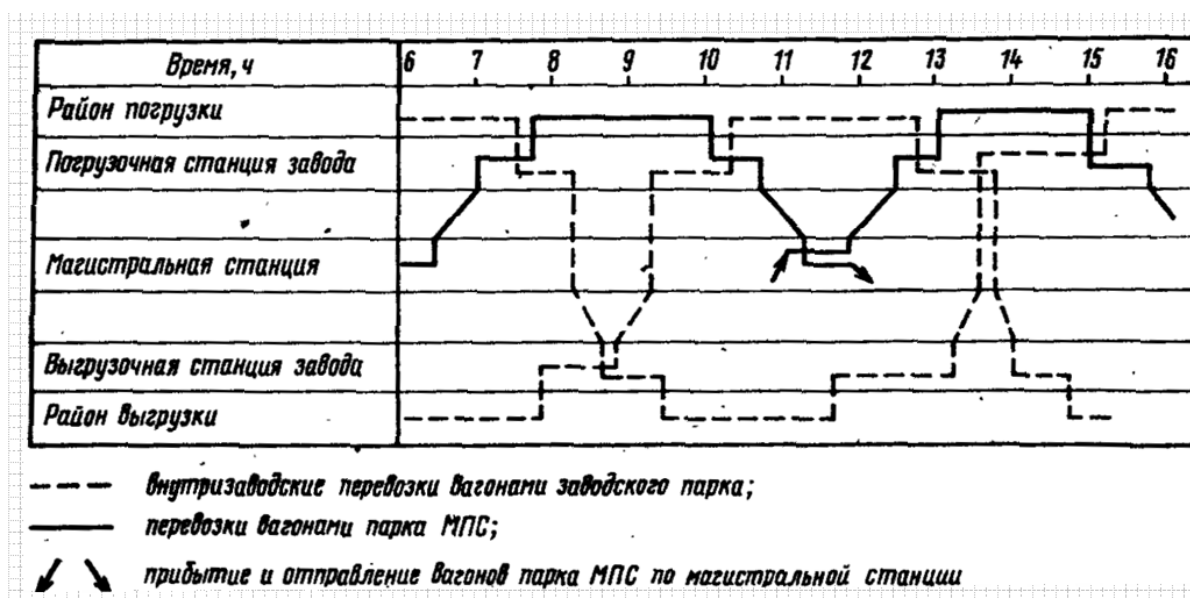


Рисунок 1 – Пример контактного графика магистральной станции и подъездных путей

Перевозки организованы таким образом, что фронт погрузки погрузочной станции работает без перерывов. Подача вагонов заводского парка согласованна, что обеспечивает рациональное использование всех технических средств: локомотивов, путей станций, вагонов, погрузочно-разгрузочных механизмов.

Единый технологический процесс разрабатывается для станций, у которых среднесуточный грузооборот превышает 100 вагонов, поэтому для малых станций он может быть составлен по договоренности.

Некоторые проблемы ЕТП возникают на этапе его формирования. Разрабатывается ЕТП комиссией, в состав которой входят представители владельца предприятия и представители владельца ЖДНП. При этом владельцем ЖДНП должна быть представлена вся возможная информация о же-

лезнодорожных путях необщего пользования, о локомотивах в собственности, о весовых, дозировочных, экипировочных и других устройствах, контактные графики и т.д. [1] В свою очередь владельцем предприятия должен быть представлен свой пакет документов со схожей информацией. Сбор и рассмотрение документов занимает внушительное время, на одно лишь утверждение оформленного документа дается месячный срок. Предприятие, будучи полностью готовым к активной работе, по закону должно ждать утверждения ЕТП и простаивать, что не так страшно, если учесть что после формирования договора будут действовать на протяжении десятка лет и дольше. Однако при утверждении договоров могут возникнуть разногласия, на что составляется свой протокол разногласий с обоснованием, что уже отдельно рассматривается совместно представителями владельца инфраструктуры и владельца ЖДНП. Это приводит к дополнительным задержкам совместной работы.

ЕТП также могут переоформляться при изменении собственника железнодорожных путей необщего пользования или собственника предприятия. Далеко не всегда новые собственники оказываются довольны действующими договорами, поэтому невозможно просто переоформить текущие договоры с заменой сторон. В таких случаях снова формируется комиссия и повторяется процедура формирования ЕТП с теми же сроками и проблемами. При этом происходят кадровые перестановки и изменения рабочей среды, что также нарушает все планы. Грузоперевозки это постоянный процесс, который невозможно остановить, а малейшее замедление приводит к большим убыткам. Стоит добавить, что заключенные заранее договоры могут потерять силу, а на складах останется груз, пока не перезаключат договор с новым владельцем.

Иногда предприятие может купить пути необщего пользования вместе со всем имуществом, чтобы в долгосрочной перспективе покрыть расходы. Это является важным шагом, так как при использовании путей и оборудования станции с предприятия взимается плата. В этом случае предприятие будет иметь дело уже с РЖД и заключит иные договоры: на эксплуатацию железнодорожных путей необщего пользования; подачу и уборку вагонов.

ЕТП предусматривается порядок анализа выполненной работы за сутки и смену.

Анализ работы станции и подъездного пути рассматривают начальник станции и начальник УЖДТ предприятия. Периодичность согласуется ими же.

В процессе совместного анализа выполнения суточного плана работы рассматриваются: выполнение заданных норм погрузки и выгрузки грузов, норм простоя вагонов на станции и подъездном пути, передовые приёмы в работе станции и подъездного пути и т. д. [2]

Анализ должен основываться на изменении эффективности при изменении определенных условий работы, которые прямо или косвенно влияют на общие показатели работы. К таким условиям относятся: изменение вре-

мени простоя вагонов согласно графику, повышение весовых норм маршрута, скорость работы с документацией и т. д.

Таким образом, взаимодействие между промышленными предприятиями и железнодорожными путями необщего пользования ключевой аспект в достижении безостановочного процесса перевозки груза. Различные виды промышленности имеют разный подход, но все связаны с путями необщего пользования единым транспортным процессом. Данный документ оптимизирует процессы производства и транспортировки грузов.

Библиографический список

1. "Об утверждении Правил эксплуатации и обслуживания железнодорожных путей необщего пользования" Приказ Министерства путей сообщения РФ от 18.06.2003 № 26

2. Министерство путей сообщения РФ приказ от 10 ноября 2003 г. № 70 о методике по разработке и определению технологических норм погрузки грузов в вагоны и выгрузки грузов из вагонов

3. Распоряжение ОАО "РЖД" от 16.07.2012 N 1415р "Об утверждении Инструкции по оперативному планированию поездной и грузовой работы в ОАО "РЖД"

УДК 622. 272

ГОРОДСКАЯ СРЕДА КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Минаева У.Е.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

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

Накопление отходов, загрязнение воздуха и воды являются основными экологическими проблемами в большинстве городов. Деятельность человека отражается на качестве водных ресурсов и почвы. Это отражается в увеличивающейся химизации и механизации промышленности в городах.

Ключевые слова: проблемы загрязнения, урбанизация, преобразование природы, проблемы автомобильного транспорта.

Загрязнение городской среды и ее компонентов является совокупным результатом чрезмерной нагрузки на окружающую среду и ее способности к самоочистке. Экологические проблемы в городских районах растут, особенно в городах развивающихся стран.

Города потребляют все больше природных ресурсов, увеличиваются отходы и выбросы. Все это оказывает влияние на региональную и планетар-

ную среду. Накопление отходов, загрязнение воздуха и воды являются основными экологическими проблемами в большинстве городов.

Шум также является особой формой загрязнения, от которой страдает городское население. Урбанизация оказывает многочисленные воздействия на водные ресурсы. Рассмотрим основные экологические проблемы городов:

Основные экологические проблемы городов России, связанные с производством и потреблением:

- увеличение потребления энергии, что приводит к сокращению невозобновляемых ресурсов;

- высокий расход питьевой воды, что влияет на понижение уровня грунтовых вод;

- чрезмерное использование пространства;

Проблемы загрязнения от основных производителей и проблемы с выбросами из-за диспергированных агентов:

- загрязнение воды, воздуха, почвы промышленностью и сельским хозяйством;

- проблемы свалки отходов, особенно радиоактивных;

- проблема концентрации населения (загрязнение воздуха, грунтовые воды);

- плотная сеть дорог и увеличение трафика (загрязнение воздуха, шум);

Социальные и экологические проблемы и последствия урбанизации:

- различия между группами населения,

- стрессовые нагрузки,

- несчастные случаи,

- болезни,

- преступность.

Экономическая составляющая последствий урбанизации:

- аварии,

- стоимость строительства инфраструктуры,

- повреждение дорожной сети в результате взаимодействия большого количества факторов, которые сами по себе не окажут негативного воздействия на окружающую среду).

Промышленный и бытовой мусор, отходы – это глобальная экологическая проблема современности, которая несет угрозу для здоровья людей, а также загрязняет окружающую среду. Гниющие частицы отходов являются источником размножения микробов, вызывающих инфекции и болезни. Человечество изобрело такие материалы, которые имеют огромный срок разложения и естественным путем перерабатываются несколько сотен лет. Но дело не только в этом. Количество отходов за последние десятки лет стало невероятно огромным. Среднестатистический житель мегаполиса в год производит от 500 до 1000 килограмм мусора и отходов.

Основными причинами загрязнения атмосферного воздуха города являются процессы, связанные со сжиганием ископаемого топлива: производ-

ство и потребление энергии для отопления зданий, производственная деятельность, транспорт.

На городские экосистемы воздействуют очень высокое потребление энергии и большое количество твердых отходов, которые накапливаются в определенных местах. Таким образом, они представляют собой фактор деградации ландшафта и отрицательно влияют на качество водных ресурсов и городского воздуха.

В большинстве городов человек преобразовал природу: растительность заменили бетоном, асфальтом и другими поверхностями; преобразовали или похоронили русла рек; создали городской климат; построили огромные искусственные сети передачи энергии, воды и различных ресурсов.

Растущие города меняют гидрологические взаимоотношения и тем самым влияют на размер и частоту наводнений. Знание городской гидрологии и геоморфологии является не только ключом к хорошему городскому планированию, но и должно быть доступно каждому жителю.

Города практически не влияют на глобальный баланс излучения. Но внутри крупных населенных пунктов создается особый климат. За счет поглощения и последующего повторного излучения тепла от застроенных территорий, выбросов искусственного тепла в результате сгорания топлива, достигается эффект городского теплового острова. В городах ночью теплее, чем в окружающей сельской местности, даже днем, особенно в высоких широтах.

Даже гидрологический цикл находится под сильным влиянием человека, который использует воду для различных целей и возвращает ее загрязненной в круговорот воды. Эти изменения в городских районах настолько глубоки, что можно говорить о городской гидрологии:

Застроенные зоны создают искусственные непроницаемые поверхности, которые уменьшают запасы поверхностной воды;

Поверхностный поток, проницаемость и эрозия увеличиваются;

Испарение уменьшается.

Деятельность человека отражается на качестве водных ресурсов. Основной проблемой являются городские сточные воды и остатки пестицидов и биоцидов, которые проходят через поверхностные и подземные воды. Ресурсам пресной воды в городских районах также угрожают отходы транспорта, туризма.

Человеческая деятельность, увеличение и рост городов негативно сказывается на почву. Это отражается в увеличивающейся химизации и механизации промышленности в городах. Также наблюдается сильное отравление почвы через загрязненный воздух и осадки.

Экологические проблемы автомобильного транспорта, и не только, – повод пересмотреть отношение к этому и другим секторам инфраструктуры и экономики. Причиняемый здоровью граждан вред сопоставим и даже превышает ущерб, например, от курения. Вместе с машинами проблем добавляет воздушный, водный транспорт, а также воздушные суда.

Загрязняющие вещества, образующиеся на транспорте, в основном состоят из газов, выбрасываемых из выхлопных систем автомобилей, поездов и судов. Они перемещаются по воздуху. Это оксиды азота, диоксид серы, диоксид углерода, металлы, а также органические соединения (летучие, в том числе некоторые токсичные, стойкие, биологически накопленные).

На транспортный сектор приходится 40-80% общих выбросов оксидов азота. Экологи в своих исследованиях указывают, что существует около 15 миллионов различных типов загрязняющих веществ, выбрасываемых автомобилями, многие из которых еще не были полностью исследованы.

Превышение допустимых концентраций основных загрязнителей: диоксида серы и пыли, а также максимально зафиксированных концентраций оксидов азота касается в основном крупных городов. Различия в концентрациях диоксида серы в городах и за их пределами в 1996 г. составили более 30%, диоксида азота – 50%.

Учет всех этих факторов, а также поиск эффективных способов и методов их разрешения в приоритете у жителей городов и их правительства. Экологические проблемы городов и пути их решения – именно та задача, которая должна быть решена в ближайшее десятилетие.

УДК 622. 272.002.5

ОТНОШЕНИЕ МИРОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА К ПАРИЖСКОМУ СОГЛАШЕНИЮ

Кириляк М.В.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Михайличенко Т.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецке-mail: mkirilyak16@mail.ru*

В статье рассматривается соблюдение экологического законодательства разных стран в свете Парижского соглашения, принятого в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата в 2015 г., и подписанное в 2016 г.

Ключевые слова: Парижское соглашение, Киотский протокол, климатическая политика, выбросы, углеродная нейтральность, квоты, парниковый газ.

Ровно пять лет назад участники Конференции по климату в Париже приняли соглашение. Официальное название документа - Парижское соглашение согласно Рамочной конвенции об изменении климата (Paris Agreement under the United Nations Framework Convention on Climate Change). Его поддержали все 197 участников РКИК. Оно должно заменить ограничивающий выбросы парниковых газов Киотский протокол, действие которого закончи-

лось в 2020 году. Основная цель - не допустить глобального роста температуры в XXI веке выше 2 °С. Ко второй половине столетия ряд государств даже намерены достичь углеродной нейтральности, когда количество опасных выбросов в атмосферу не превышает возможности природы поглотить их [1]. Однако эксперты в Climate Action Tracker сообщают, что 130 стран не справились с этой задачей.

Среди нарушителей своих обещаний, например, такие страны как Австралия, Индонезия и Индия, где имеет место большой объем парниковых выбросов. Крупный производитель ископаемого топлива – Австралия, не выполнила свои обязательства по Киотскому протоколу, оставшись при этом его участником. Выбросы вместо заявленных 8 % увеличились почти в 1,5 раза. Выбросы Индонезии CO₂ от сжигания топлива быстро и регулярно увеличиваются (около 4,5 % в год с 1990 года). Они объяснили несоблюдение соглашения тем, что новые реформы повредят их экономическим интересам. В Индии заявили, что страна будет активнее проводить экологические реформы, однако новой стратегии также не представили. Япония и Канада обязались сократить выбросы на 6 %, однако, Канада вышла из соглашения незадолго до окончания первого периода действия протокола, проведя экономическую оценку последствий выполнения обязательств, тем самым поставив свои экономические интересы выше международных природоохранных обязательств [2].

Наиболее сложным партнером в международном переговорном процессе является группа стран ОПЕК (Организация стран-экспортеров нефти). Это Алжир, Ангола, Венесуэла, Габон, Ирак, Иран, Конго, Катар, Кувейт, Ливия, Объединённые Арабские Эмираты, Нигерия, Саудовская Аравия. На протяжении всего периода существования климатической дипломатии (с 1992 г.) эта группа стран оказывала противодействие введению жестких мер по защите климата. В то время, как развивающиеся экономики опасаются последствий изменения климата, нефтяные государства опасаются потери своего основного дохода, который они получают благодаря экспорту нефти. Эти страны жизненно заинтересованы в дальнейшей добыче нефти и газа. Они имеют необычно высокие для развивающихся стран выбросы парниковых газов. К переговорам по климату они относятся настороженно. Основная позиция - отказ от создания всеобщего климатического режима из экономических (экспортных) интересов. Участие в переговорах по климату дает возможность оказывать влияние на этот процесс [3].

В 2018 году от ратификации отказалась Турция. Надежду на то, что Турция одобрит Парижское соглашение, выразил глава Представительства Европейского союза в Турции Николаус Мейер-Ландрут на саммите «Решение проблемы изменения климата» в Анкаре. По его словам, причиной, по которой Турция может одобрить Парижское соглашение, является то, что «Турция и ЕС как сильные экономические партнеры имеют общие интересы в совместной борьбе с изменением климата». Мейер-Ландрут также положи-

тельно отметил улучшение показателей Турции по управлению отходами, расширение использования возобновляемых источников энергии и борьбу с обезлесением в регионе. Отметим, что конференция была организована Министерством окружающей среды и урбанизации Турции. Министр окружающей среды и урбанизации Турции Мурат Курум заявил на саммите, что 2021 год в стране станет «годом охраны окружающей среды». В течение года будут проведены различные научные исследования и создан Национальный исследовательский центр по изменению климата, где будет определяться политика по данному вопросу [4].

1 июня 2017 года президент Дональд Трамп объявил о выходе страны из Парижского соглашения, так как, по его мнению, выполнение положений этого соглашения может обернуться для США потерей к 2025 году 2,7 млн. рабочих мест. В сентябре 2017 года Соединенные Штаты заявили, что останутся в рамках соглашения, однако попытаются скорректировать условия своего участия в нем. В настоящее время президентом США является Джо Байден, который также намерен поставить страну на путь к углеродной нейтральности к 2050 году. В настоящее время США уже установили более жесткие целевые показатели сокращения выбросов [5].

4 ноября президент Владимир Путин подписал указ № 666 "О сокращении выбросов парниковых газов". Этот документ провозглашает намерение к 2030 году сократить выбросы парниковых газов до 75 % от уровня 1990 года. Для исполнения этого указа правительство должно утвердить Стратегию долгосрочного развития России до 2050 года, разработанную Минэкономразвития. Она предполагает снижение углеродоемкости ВВП РФ на 9 % к 2030 и на 48 % к 2050 году по сравнению с 2020 годом. Еще один документ в связи с ратификацией Парижского соглашения правительство готовит в виде закона. Законопроект о регулировании выбросов углерода предусматривает мониторинг выбросов парниковых газов и углеродную отчетность для компаний. Кроме того, он предполагает выделение субсидий для компаний, которые внедряют низкоуглеродные технологии. Цель документа - "создание мотивации для того, чтобы каждая компания думала об этой повестке". На достижение основных целей Парижского соглашения направлен и реализуемый в стране национальный проект «Экология», в том числе входящие в его состав федеральные проекты «Чистый воздух» и «Наилучшие доступные технологии» (НДТ), которые предусматривают сокращение парникового газа (ПГ), стимулируют бизнес к внедрению лучших зеленых технологий с минимальным ущербом для окружающей среды, а также развитие нормативного регулирования (механизма) квотирования выбросов. Национальный проект охватывает такие сферы, как промышленность, металлургия, энергетика и прочие, для предприятий разработаны зеленые стандарты и справочники по внедрению НДТ [6].

Однако климатические обещания 22 государств и Евросоюза стали более амбициозными в 2020 году. В ЕС намерены сократить выбросы к 2030 на

55 %, в Великобритании к этому времени намерены сократить выбросы на 68 %. В Китае, Южной Корее и Японии объявили о намерении достичь углеродной нейтральности к 2050 году, как того требует Парижское соглашение. Отдельные страны мира заявили о принятии более высоких обязательств по сокращению выбросов парниковых газов. Европейский Союз высказался за сокращение выбросов на 55 % в ближайшие пять лет, Великобритания – на 60 %. Финляндия обязалась достичь нулевого уровня эмиссий к 2030 г., Австрия – к 2040-му, а Швеция – к 2045-му. Кроме того, Китай и Индия заявили о резком увеличении доли возобновляемых источников энергии (на 25 % к 2030 г.). Пакистан объявил о прекращении строительства угольных электростанций.

Эксперты считают, что достижение всех заявленных обещаний позволит задержать глобальное потепление на уровне 2,1 °С к 2100 году – в шаге от заявленных целей Парижского соглашения. Однако для успешного торможения климат-кризиса кардинальные реформы должны быть приняты к 2030 году по всему миру, подчеркивают в ООН. Об этом сообщает "Рамблер"[7].

В заключение следует отметить, что на нынешнем этапе реализации программы по противодействию изменению климата в рамках Парижского соглашения мировое сообщество, главным образом, сосредоточено на прозрачной коммуникации воздействия деятельности на окружающую среду, а также на шагах, предпринимаемых для уменьшения углеродного следа.

Библиографический список

1. Соблюдение экологического законодательства Россией в свете Парижского соглашения / М.В. Кириляк, Т.А. Михайличенко // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Сибирский государственный индустриальный университет; под общественной редакцией М.В. Темлянцева. - Новокузнецк, 12-14 мая 2021 г.

2. Половина стран мира не представили в ООН планы борьбы с потеплением климата [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://rossaprimavera.ru/news/720cd0f5> (дата обращения: 05.08.202).

3. Пять лет Парижскому соглашению: прошлое, настоящее и будущее глобального климатического договора [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <file:///C:/Users/PCASUS01/Downloads/pyat-let-parizhskomu-soglasheniyu-proshloe-nastoyashee-i-budushee-globalnogo-klimaticheskogo-dogovora.pdf> (дата обращения: 12.02.2021).

4. Дипломат ЕС выразил надежду, что Турция одобрит Парижское соглашение [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://rossaprimavera.ru/news/4342fd3a> (дата обращения: 19.02.2021).

5. США завершили выход из Парижского соглашения по климату [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://tass.ru/mezhdunarodnaya-panorama/9910097> (дата обращения: 04.11.2020).

6. Как Россия выполняет условия Парижского соглашения [Электрон-

ный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://www.dw.com/ru/chto-grozit-rossii-iz-za-imitacii-raboty-po-parizhskomu-soglasheniju/a-55912915/>, свободный (дата обращения: 12.12.2020).

7. 130 стран не справились с условиями Парижского соглашения в 2020 году [Электронный ресурс]: сайт. – Режим доступа: <https://news.rambler.ru/conflicts/45533595-130-stran-ne-spravilis-s-usloviyami-parizhskogo-soglasheniya-v-2020-godu/> (дата обращения: 30.12.2020).

УДК 621.01

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА ПРЕССА

Худжаев У.О.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Живаго Э.Я.,
д-р техн. наук, профессор Дворников Л.Т.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецке-mail: Usmodjon@mail.ru, zhivago-ed@yandex.ru*

Проведено кинематическое исследование прессовой машины и выявлен недостаток в ее работе. Создан новый механизм, отличающихся от других. Аналитические методы, в частности, метод замкнутых изменяемых контуров, для сложных многозвенных механизмов и цепей, не могут позволить выполнить требуемые исследования, и в связи с этим хорошо отработанные графоаналитические методы становятся наиболее действительными и верными. Такие инженерные навыки могут быть развиты лишь в процессе традиционных графоаналитических решений многих задач. Одной из основных задач перед данной работой стояла задача исследовать механизм графоаналитическим методом. Кинематическое исследование для кривошипно-ползунного пресса с базисным четырехпарным звеном, включает а себя определение скоростей и ускорений всех точек механизма по величине и направлению методом планов.

Ключевые слова: механизм пресса, шестизвенная группа Ассура, базисное четырехпарное звено, четырехугольный замкнутый изменяемый контур.

В монографии [1] достаточно большое внимание было уделено структуре и методам исследования «кривошипно-ползунного пресса», защищенного патентом (рисунок 1). Он состоит из кривошипа 1, трехпарного звена 2, поводков 3 и 4, четырехпарного звена 5, качающегося коромысла 6 и ползуна 7. Там же дано полное его кинематическое и силовое исследование. Одним из недостатков исследованного механизма является то обстоятельство, что в нем четырехпарный шатун на некоторых участках движения ползуна приводит к интенсивному нарастанию его скорости, приводящему к

ударам. В настоящей работе показано, как может быть исправлен исследованный механизм. С этой целью в новом механизме (рисунок 2) четырехпарное звено перестроено в трехпарное, а качающееся коромысло перенесено на один из звеньев замкнутого четырехугольного контура. Основной особенностью этого механизма является то, что он структурно представляет собой ведущее звено O_1A и присоединенную к нему, не распадающуюся на простые, шестизвенную группу Ассур A, B, C, E, D, F, G, O_2 .

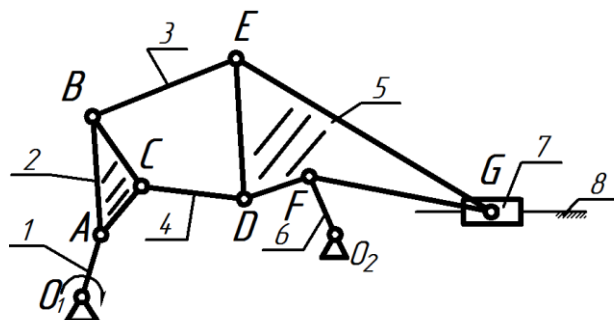


Рисунок 1-Механизм кривошипно-ползунного прессы по патенту №2201348

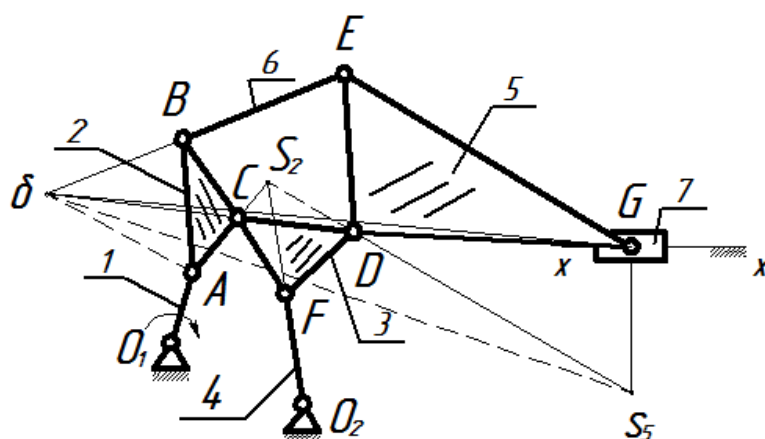


Рисунок 2- Новый механизм прессы

На продолжении сторон AC и FO_2 звеньев 2 и 3 фиксируем точку S_2 , являющуюся точкой Ассур звена 3. Скорость этой точки может быть определена из системы векторных уравнений

$$\begin{cases} \vec{V}_{S_2} = \vec{V}_{O_2} + \overline{V_{FO_2}} + \overline{V_{S_2F}} \perp S_2F, \\ \vec{V}_{S_2} = \vec{V}_A + \overline{V_{CA}} + \overline{V_{S_2S}} \perp S_2C. \end{cases}$$

Зная скорость точки S_2 , найдем скорость точки Ассур S_5 звена 5. Для этого из точки S_2 проведём линию через точку D и на ее пересечении с перпендикуляром к направляющей xx из точки G зафиксируем точку S_5 . Скорость точки S_5 , принадлежащей ползуну 7, определится системой уравнений

$$\begin{cases} \overline{V}_{S_5} = V_{S_2} + \overline{V_{DS_2}} + \overline{V_{DS_5D}} \perp S_5D, \\ \overline{V}_{S_5} = V_{G_0} + \overline{V_{D_0S}} + \overline{V_{S_5G_0}} \perp S_5G \end{cases}$$

После определения скорости точки S_5 становится возможным нахождение скорости точки δ , являющейся точкой пересечения линий поводков CD и BE четырехугольного контура $EBCD$. Это особая точка, в ней одновременно находятся точки Ассура трехпарных звеньев BAC и EDG , и скорость δ может быть найдена по известным скоростям точек A и S_5 из системы уравнений

$$\begin{cases} \overline{V}_{\delta} = \overline{V}_A + \overline{V_{\delta A}} \perp \delta A, \\ \overline{V}_{\delta} = \overline{V}_{S_5} + \overline{V_{\delta S_5}} \perp \delta S_5. \end{cases}$$

После нахождения скорость точки δ может быть найдена скорость точки B , принадлежащей звену 2 (ABC), из системы уравнений

$$\begin{cases} \overline{V}_B = \overline{V}_A + \overline{V_{BA}} \perp BA, \\ \overline{V}_B = \overline{V}_{\delta} + \overline{V_{B\delta}} \perp B\delta. \end{cases}$$

По найденной скорости точки B можно отыскать скорости всех остальных точек C, D и E замкнутого четырехзвенного контура $CBED$ и скорость точки O_1O_2 и G

$$\begin{cases} \overline{V}_C = \overline{V}_B + \overline{V_{CB}} \perp CB, \\ \overline{V}_C = \overline{V}_A + \overline{V_{CA}} \perp CA. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{V}_F = \overline{V}_C + \overline{V_{FC}} \perp FC, \\ \overline{V}_F = \overline{V}_{O_2} + \overline{V_{FO_2}} \perp FO_2. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{V}_D = \overline{V}_C + \overline{V_{DC}} \perp DC, \\ \overline{V}_D = \overline{V}_F + \overline{V_{DF}} \perp DF. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{V}_E = \overline{V}_D + \overline{V_{ED}} \perp ED, \\ \overline{V}_E = \overline{V}_B + \overline{V_{EB}} \perp EB. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{V}_G = \overline{V}_D + \overline{V_{GD}} \perp GD, \\ \overline{V}_G = \overline{V}_E + \overline{V_{GE}} \perp GE. \end{cases}$$

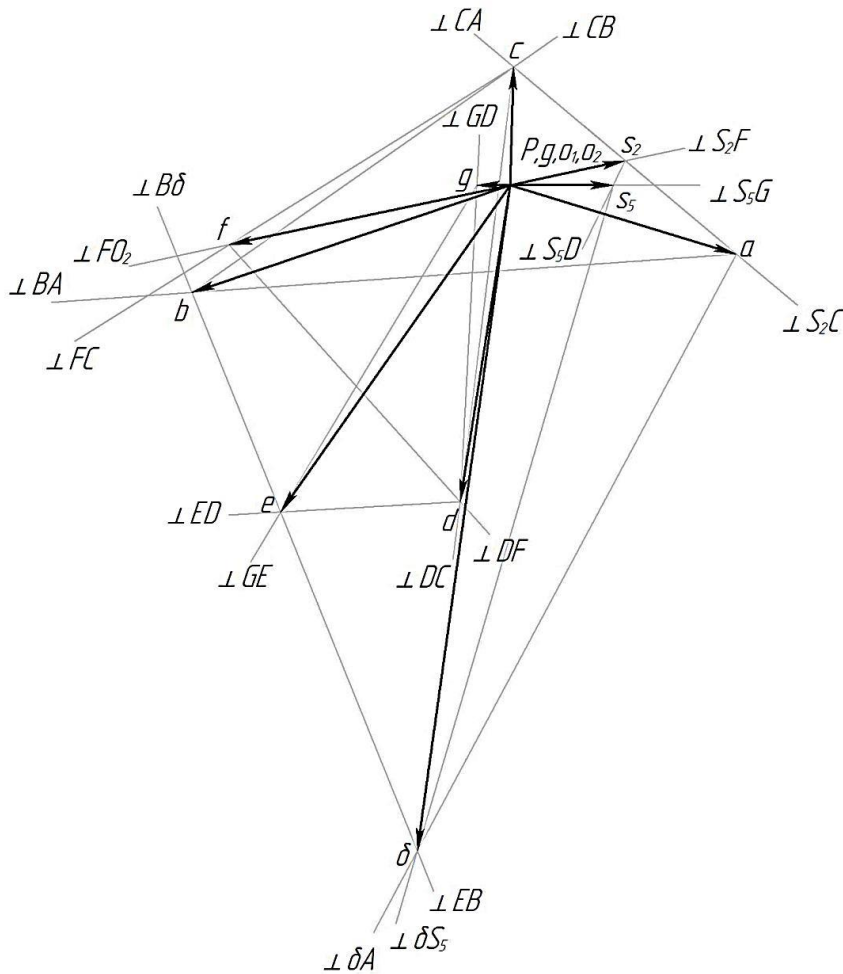


Рисунок 3 – План скоростей исправленного кривошипно-ползунного механизма прессы

Последовательное использование приведенных систем уравнение позволяет построить план скоростей всего механизма. Этот план показан на рисунке 3.

Аналогично строим план ускорений.

Сначала находим ускорение точки А кривошипа.

$$\overline{a_A} = \overline{a_A^n} + \overline{a_A^\tau},$$

где $\overline{a_a^n}$ – нормальное ускорение точки А;

$\overline{a_a^\tau}$ – тангенциальное ускорение точки А.

Так как кривошип движется с постоянной угловой скоростью $w_1 = \text{const}$, то его угловое ускорение будет равно нулю $\epsilon_1 = 0$. Следовательно, тангенциальное ускорение точки А - $\overline{a_A^\tau}$ равно нулю. Теперь ускорение точки запишется в виде.

$$\overline{a_A} = \overline{a_a^n} = w_1^2 \cdot l_{O_1A}, \quad \overline{a_a^n} \parallel O_1A,$$

где l_{O_1A} – длина ведущего звена.

Определяем масштаб плана ускорений .

$$\mu_a = \frac{a_A^n}{l_{na}}$$

Далее находим ускорение точки Ассура S_2 , принадлежащей звеньям ABC и CDF .

$$\begin{cases} \overline{a_{S_2}} = \overline{a_A} + \overline{a_{S_2A}^n} + \overline{a_{S_2A}^\tau}, & \overline{a_{S_2A}^n} \parallel S_2A, \overline{a_{S_2A}^\tau} \perp S_2A, \\ \overline{a_{S_2}} = \overline{a_{O_2}} + \overline{a_{S_2O_2}^n} + \overline{a_{S_2O_2}^\tau}, & \overline{a_{S_2O_2}^n} \parallel S_2O_2, \overline{a_{S_2O_2}^\tau} \perp S_2O_2. \end{cases}$$

Относительно точек S_2 и G_0 находим ускорение точки S_5 .

$$\begin{cases} \overline{a_{S_5}} = \overline{a_G} + \overline{a_{S_5G}^n} + \overline{a_{S_5G}^\tau}, & \overline{a_{S_5G}^\tau} \perp xx, \\ \overline{a_{S_5}} = \overline{a_{S_2}} + \overline{a_{S_5S_2}^n} + \overline{a_{S_5S_2}^\tau}, & \overline{a_{S_5S_2}^n} \parallel S_5S_2, \overline{a_{S_5S_2}^\tau} \perp S_5S_2. \end{cases}$$

Определяем ускорение точки δ .

$$\begin{cases} \overline{a_\delta} = \overline{a_A} + \overline{a_{\delta A}^n} + \overline{a_{\delta A}^\tau}, & \overline{a_{\delta A}^n} \parallel \delta A, \overline{a_{\delta A}^\tau} \perp \delta A, \\ \overline{a_\delta} = \overline{a_{S_5}} + \overline{a_{\delta S_5}^n} + \overline{a_{\delta S_5}^\tau}, & \overline{a_{\delta S_5}^n} \parallel \delta S_5, \overline{a_{\delta S_5}^\tau} \perp \delta S_5. \end{cases}$$

Ускорение точки B определится относительно точек A и δ .

$$\begin{cases} \overline{a_B} = \overline{a_A} + \overline{a_{BA}^n} + \overline{a_{BA}^\tau}, & \overline{a_{BA}^n} \parallel BA, \overline{a_{BA}^\tau} \perp BA, \\ \overline{a_B} = \overline{a_\delta} + \overline{a_{B\delta}^n} + \overline{a_{B\delta}^\tau}, & \overline{a_{B\delta}^n} \parallel B\delta, \overline{a_{B\delta}^\tau} \perp B\delta. \end{cases}$$

Ускорения остальных точек находятся согласно уравнениям, приведенным ниже.

$$\begin{cases} \overline{a_C} = \overline{a_B} + \overline{a_{CB}^n} + \overline{a_{CB}^\tau}, & \overline{a_{CB}^n} \parallel CB, \overline{a_{CB}^\tau} \perp CB, \\ \overline{a_C} = \overline{a_A} + \overline{a_{CA}^n} + \overline{a_{CA}^\tau}, & \overline{a_{CA}^n} \parallel CA, \overline{a_{CA}^\tau} \perp CA. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{a_F} = \overline{a_{O_2}} + \overline{a_{FO_2}^n} + \overline{a_{FO_2}^\tau}, & \overline{a_{FO_2}^n} \parallel FO_2, \overline{a_{FO_2}^\tau} \perp FO_2, \\ \overline{a_F} = \overline{a_C} + \overline{a_{FC}^n} + \overline{a_{FC}^\tau}, & \overline{a_{FC}^n} \parallel FC, \overline{a_{FC}^\tau} \perp FC. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{a_D} = \overline{a_F} + \overline{a_{DF}^n} + \overline{a_{DF}^\tau}, & \overline{a_{DF}^n} \parallel DF, \overline{a_{DF}^\tau} \perp DF, \\ \overline{a_D} = \overline{a_C} + \overline{a_{DC}^n} + \overline{a_{DC}^\tau}, & \overline{a_{DC}^n} \parallel DC, \overline{a_{DC}^\tau} \perp DC. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{a_D} = \overline{a_F} + \overline{a_{DF}^n} + \overline{a_{DF}^\tau}, & \overline{a_{DF}^n} \parallel DF, \overline{a_{DF}^\tau} \perp DF, \\ \overline{a_D} = \overline{a_C} + \overline{a_{DC}^n} + \overline{a_{DC}^\tau}, & \overline{a_{DC}^n} \parallel DC, \overline{a_{DC}^\tau} \perp DC. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{a_E} = \overline{a_D} + \overline{a_{ED}^n} + \overline{a_{ED}^\tau}, & \overline{a_{ED}^n} \parallel ED, \overline{a_{ED}^\tau} \perp ED, \\ \overline{a_E} = \overline{a_B} + \overline{a_{EB}^n} + \overline{a_{EB}^\tau}, & \overline{a_{EB}^n} \parallel EB, \overline{a_{EB}^\tau} \perp EB. \end{cases}$$

$$\begin{cases} \overline{a_G} = \overline{a_D} + \overline{a_{GD}^n} + \overline{a_{GD}^\tau}, & \overline{a_{GD}^n} \parallel GD, \overline{a_{GD}^\tau} \perp GD, \\ \overline{a_G} = \overline{a_E} + \overline{a_{GE}^n} + \overline{a_{GE}^\tau}, & \overline{a_{GE}^n} \parallel GE, \overline{a_{GE}^\tau} \perp GE. \end{cases}$$

Полученный план ускорений показан на рисунке 4

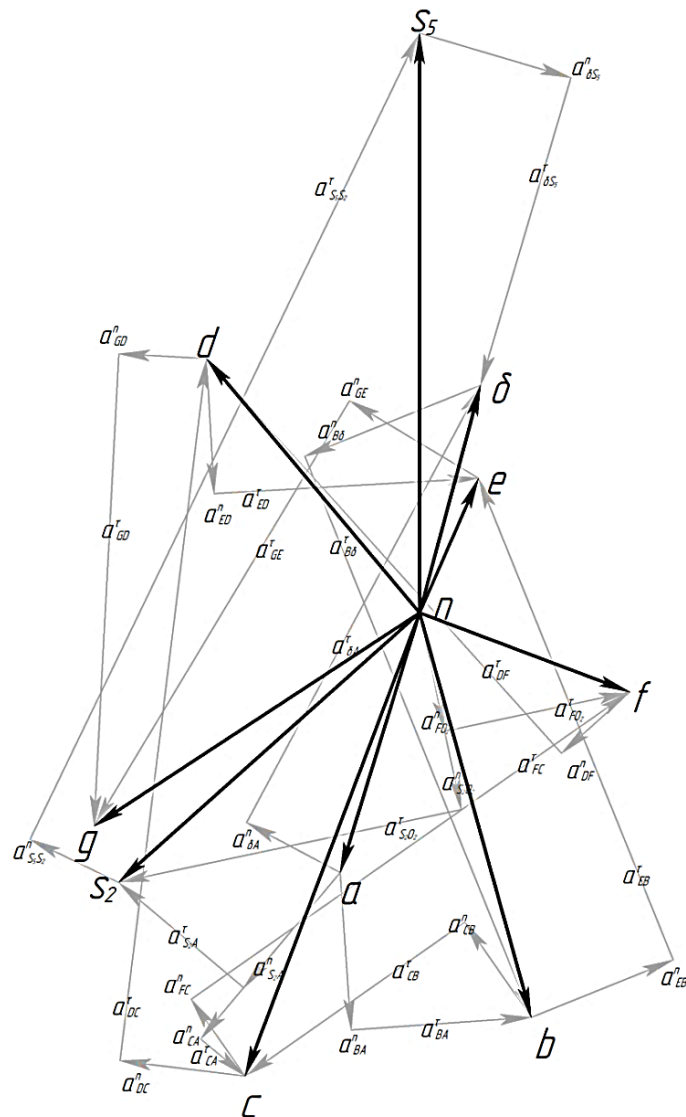


Рисунок 4 – План ускорений нового восьмизвенного кривошипно-ползунного механизма прессы

Выполненное исследование позволяет сделать следующие выводы:

1. Несмотря на структурную сложность механизм, который состоит из ведущего звена и присоединенной к нему шестизвенной, не распадающейся на простые группы Ассур, вполне кинематически разрешим.

2. Использование такого механизма в технике может обеспечивать высокие эксплуатационные характеристики благодаря перераспределению усилий от ведущего звена на ползун через сложный шестизвенный шатун.

Библиографический список

1. Дворников Л.Т., Живаго Э.Я. Основы теории кинематических пар[текст]. – Новокузнецк: СибГИУ, 1999.-105 с.

2. Дворников Л.Т., Стариков С.П. Структура, кинематическое и силовое исследование плоских шарнирных групп Ассур .. Монография / СибГИУ – Новокузнецк, 2010 - 798с.

3. Пат. №2201348 РФ, МПК 7 В 30 В 1/06, F 16 Н 21/00. Кривошипно-ползунный механизм пресса / Дворников Л.Т., Чужиков О.С., Стариков С.П. - №2001120227; заяв. 18.07.2001; опубл. 27.03.2003., Бюл. №9 – 5 с.; 1 ил.

СОДЕРЖАНИЕ

I НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ	3
ПРЕЦЕДЕНТНАЯ СИСТЕМА КОНСТРУИРОВАНИЯ И АКТУАЛИЗАЦИИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ <i>Койнов Р.С.</i>	3
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА НА ОСНОВЕ ПЛАТЫ ARDUINO <i>Киселев И.Н.</i>	11
ОБЗОР МЕТОДОВ РЕАЛИЗАЦИИ ПРЕДИКТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ КОТИРОВОК ФИНАНСОВЫХ РЫНКОВ <i>Байдалин А.Д.</i>	15
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТАВА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ПРОЦЕССА КОКСОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОКСА <i>Байдалин А.Д.</i>	18
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОТТОКА КЛИЕНТОВ ОПЕРАТОРА СОТОВОЙ СВЯЗИ <i>Байдалин А.Д.</i>	22
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАГОНОВ ПРЕДПРИЯТИЕМ <i>Воронцова А.Д.</i>	25
ВИДЕО-ТЕЛЕКОНФЕРЕНЦИИ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ <i>Фролова Т.А.</i>	28
СВЕТОДИОДНОЕ ОСВЕЩЕНИЕ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В БЫТУ <i>Фролова Т.А.</i>	33
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO <i>Фролова Т.А.</i>	37
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИ РАЗВЯЗАННЫХ DC/DC- ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ <i>Гришин А.Д.</i>	40
РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ И ПРОГРАММНОЙ ЧАСТЕЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕСА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В ДИНАМИКЕ <i>Вдовиченко Н.А.</i>	43
СОЦИАЛЬНЫЕ СЕТИ, КАК ИНСТРУМЕНТ МОНИТОРИНГА, АНАЛИТИКИ И РЕАГИРОВАНИЯ В РАМКАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОТИВОБОРСТВА (ОБЗОР) <i>Конюхова Е.С.</i>	49
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕЙ ПАТЧ-АНТЕННЫ «F-20 КИСЛИНКА» LTE MIMO 4x4 1800МГц <i>Присяжнюк И.В., Гуров А.М.</i>	53

ПЕРЕСЧЁТНОЕ НАТУРНО-МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ УПРАВЛЕНИЯ <i>Свинцов М.М., Загидулин И.Р., Венгер М.К., Коровин Д.Е., Иванов Д.В.</i>	58
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ В СФЕРЕ КОНТРОЛЯ ФИНАНСОВ «AllMoney» <i>Пензин К.Д., Соболев В.И., Розин И.В.</i>	62
РАЗРАБОТКА БРАУЗЕРНОГО ИГРОВОГО ДВИЖКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИЗУАЛЬНЫХ НОВЕЛЛ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАТИВНОГО JAVASCRIPT <i>Гасымов Р.Р., Михайлов Д.А.</i>	66
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ <i>Липчанский С.А.</i>	69
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ И ПРОБЛЕМЫ ИХ ОБУЧЕНИЯ <i>Липчанский С.А.</i>	71
ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕЙМИФИКАЦИИ В СФЕРЕ В2С <i>Локтев А.В.</i>	73
О РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-РЕСУРСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНОСТРАННЫХ ЯЗЫКОВ <i>Мерц М.В., Медведева Е.Д.</i>	75
ВЫБОР ПРОТОКОЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЖДУ СЕРВЕРНОЙ И КЛИЕНТСКОЙ ЧАСТЬЮ СЕРВИСА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ПРОЕКТНЫХ ИДЕЙ <i>Малосай А.К., Миловец Я.А.</i>	79
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ЗАЯВОК НА ПУТЕВКИ В ДЕТСКИЙ ЛАГЕРЬ <i>Сметанникова Е.Д., Кутуков А.В.</i>	82
АНАЛИЗ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНФОРМАЦИОННО- АНАЛИТИЧЕСКОГО РЕСУРСА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОФОРИЕНТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ (НА ПРИМЕРЕ ИНСТИТУТА ИТИАС СИБГИУ) <i>Монастырева К.И., Одинцев М.О., Пожидаев М.А.</i>	87
СОЗДАНИЕ УСЛОВНО-ОБРАЗЦОВОГО ПРОФИЛЯ СПЕЦИАЛИСТОВ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ ПРОФСТАНДАРТОВ <i>Шевченко Е.Е.</i>	91
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА АКТИВНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СУО MOODLE <i>Уткина А.В.</i>	95
ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ WEB-ПОРТАЛОВ НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ДОСКИ ОБЪЯВЛЕНИЙ <i>Чупин А.В.</i>	97
О НЕКОТОРЫХ ПОДХОДАХ АНАЛИЗА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДАНЫХ В ВУЗАХ <i>Демакова Т.С.</i>	100
ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ЭНЕРГЕТИКЕ <i>Исхаков Р.Р.</i>	103

II АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА (АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ, СЕТИ, ЭКОНОМИКА).....	105
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ «SCAD OFFICE» И «ЛИРА-САПР» НА ПРИМЕРЕ ЗДАНИЯ ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ <i>Титов А.М.</i>	105
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ЗДАНИЯ И РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОвого ПУНКТА СОВРЕМЕННЫМИ МЕТОДАМИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ <i>Минин И.Ю.</i>	110
ЗДАНИЕ МЕХАНОСБОРОЧНОГО ЦЕХА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ <i>Овчинникова Е.М.</i>	115
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ <i>Сабельфельд Т.В., Жданов Л.Е.</i>	118
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Громенко А.А.</i>	121
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ДЕМОНТАЖ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ <i>Зотин Е.Д.</i>	126
ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НЕЗАВЕРШЕННЫХ СТРОИТЕЛЬСТВОМ НЕЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ ОБЩЕСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ <i>Марченко А.Н.</i>	130
ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕСУЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ БОЛЬНИЦЫ В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ <i>Сенникова М.С.</i>	134
ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С РАЗНЫМ ШАГОМ КОЛОНН <i>Васильева Е.В.</i>	138
ЗДАНИЕ ЦЕХА ПРИБОРОСТРОЕНИЯ В Г. ПЕНЗА <i>Астафьев А.В.</i>	141
ОБСЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ КОТЕЛЬНОЙ В Г. ЧЕЛЯБИНСК <i>Сорокин А.О.</i>	143
ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АККУМУЛИРУЮЩИХ БУНКЕРОВ УГЛЯ В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ <i>Худяков Я.И.</i>	146

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЯ ЦЕХА РИБОРОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА В Г. НОРИЛЬСКЕ <i>Калягина Н.И.</i>	149
К ВОПРОСУ ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КЛАССА ИСПОЛЬЗУЕМОЙ АРМАТУРЫ <i>Невская Ю.А.</i>	152
ВСЕРОССИЙСКАЯ СТУДЕНЧЕСКАЯ СТРОЙКА «МИРНЫЙ АТОМ – ПРОРЫВ 2021» <i>Газизов М.И.</i>	154
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИКОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ <i>Колмыков Е.И.</i>	157
АВТОТЕХЦЕНТР В Г. КРАСНОЯРСКЕ <i>Маковкина Е.Б.</i>	160
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА СЕЙСМИЧЕСКИХ ЖЕСТКОСТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ НА УЧАСТКЕ СТРОИТЕЛЬСТВА <i>Пеньшина Е.Е.</i>	164
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ГРУНТОВОГО ОСНОВАНИЯ <i>Александрова Е.В., Платонов А.В.</i>	167
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ АРМАТУРЫ И АРМАТУРЫ ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Голубчикова А.О.</i>	172
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФУНДАМЕНТНЫХ БАЛОК С НАБУХАЮЩИМ ОСНОВАНИЕМ <i>Исаков Е.Е.</i>	174
АПВЕЛЛИНГ: ОСОБЕННОСТИ, МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ <i>Екимов В.С.</i>	176
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Котова К.В.</i>	180
МЕРОПРИЯТИЯ ДЛЯ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СЕЛЕВЫХ РАЗРУШЕНИЙ, ХАРАКТЕРИСТИКИ СЕЛЕВЫХ ПОТОКОВ, КЛАССИФИКАЦИЯ, СХЕМА СЕЛЕВОГО ПОТОКА, ПРОТИВОСЕЛЕВЫЕ РАЗРУШЕНИЯ <i>Куртукова А.В.</i>	182
ПУТИ СНИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛОЁМКОСТИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Громенко А.А.</i>	186
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ТИПА КОНСТРУКЦИЙ ПОКРЫТИЯ (СРАВНЕНИЕ СТРУКТУРНОГО И ВАНТОВОГО ПОКРЫТИЙ) <i>Екимов В.С., Куртукова А.В., Белозерова И.Л.,</i>	190
ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМЫ ГИДРОЗОЛОУДАЛЕНИЯ ОА «ЕВРАЗ ЗСМК» <i>Худынцева С.В.</i>	193

ИННОВАЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ. БЕТОН DUCTAL <i>Сухановская А.А., Михалева Е.А., Лопухина В.П.</i>	196
ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АСПИРАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА УГЛЕБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ <i>Загуменнова Н.О.</i>	198
ПРОМЫШЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ <i>Креницын Р.А.</i>	202
СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ШЛАКОБЛОКОВ <i>Ащеулов В.В.</i>	204
СТРОИТЕЛЬСТВО И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ И АВТОМАГИСТРАЛЕЙ <i>Бакляк А.А.</i>	206
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЛЛЮЗИЙ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Зинкова О.Л.</i>	212
ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Канке Ю.Н.</i>	215
КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ, ОБНАРУЖЕННЫХ НА СТАДИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ <i>Кастырина А.И.</i>	220
СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ ПЕНОБЛОКОВ <i>Коткина И.К.</i>	225
СТРОИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНТАЖА СБОРНЫХ ЗДАНИЙ ИЗ ЗАВОДСКИХ МОДУЛЕЙ <i>Ладутько М.Д.</i>	227
ИСТОРИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН КОНСОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ АРХИТЕКТУРЫ <i>Мешкова А.И.</i>	231
ЛАНДШАФТНАЯ АРХИТЕКТУРА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ ГОРОДА <i>Митришкина А.А.</i>	236
БИОМИМИКРИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ <i>Никитич С.К.</i>	240
ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ В РОССИИ <i>Пивоварова А.С.</i>	246
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПАНЕЛИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ <i>Токарева В.А.</i>	250
СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ <i>Шляхина Р.И.</i>	253
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ БОЛЬНИЦ В УСЛОВИЯХ ЭПИДЕМИИ COVID-19 <i>Астрашенко В.В.</i>	256

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ КЛИМАТОМ В ПОМЕЩЕНИИ <i>Данилова А.А.</i>	259
СОВРЕМЕННЫЕ ОТОПИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ <i>Евстафьева М.А.</i>	261
ЭКОЛОГИЧНОЕ ОТОПЛЕНИЕ <i>Новикова К.Ю.</i>	265
СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ В ИНТЕРЬЕРЕ <i>Понамарева М.А.</i>	267
ВЕНТИЛЯЦИЯ НА МКС <i>Пыжлакова Е.С.</i>	271
МАЛОШУМНЫЕ ВЕНТИЛЯЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ СНИЖЕНИЯ ШУМА <i>Разницына Е.В.</i>	273
ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО РЕШЕНИЯ ДОСУГОВЫХ ЦЕНТРОВ <i>Беликова А.А.</i>	276
СТРОИТЕЛЬСТВО ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА КАК НАЧАЛО СОЗДАНИЯ ГОРНО-РЕКРЕАЦИОННОГО РАЙОНА В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСК <i>Корчуганова Ю.А.</i>	279
ПРОВЕДЕНИЕ ОБСЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ И РАЗРАБОТКА ВАРИАНТОВ УСИЛЕНИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ ПОВРЕЖДЕННЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ <i>Борец А.Ю., Поправка И.А.</i>	283
III ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	291
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ РАННЕ ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В ЗОНАХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ <i>Агеев Дан.А., Ворсина А.М.</i>	291
ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ РЕКИ ТОМЬ Г. НОВОКУЗНЕЦКА <i>Агеев Д.А., Ворсина А.М.</i>	295
АНАЛИЗ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ <i>Агеев Д.А., Ворсина А.М., Агеев Дан.А.</i>	301
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ КУЗБАССА <i>Альвинский Я.А., Борзых Д.М.</i>	306
ШАХТНАЯ СИСТЕМА ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ОСНОВЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА <i>Альвинский Я.А. Григорьев А.А. Мананников С.Д.</i>	310
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБОВ КРЕПЛЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ <i>Безносков А.В.</i>	313

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК <i>Безносков А.В.</i>	316
ПРОХОДКА ВЫРАБОТОК МАЛОГО СЕЧЕНИЯ С ОГРАНИЧЕНИЕМ ДОСТУПА ЧЕЛОВЕКА <i>Дубима Е.М., Садов Д.В.</i>	320
ОЦЕНКА РИСКОВ В ШАХТЕ <i>Садов Д.В., Дубина Е.М.</i>	324
ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ ПРОВЕТРИВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО РУДНИКА <i>Елкина Д.И., Лесных А.С.</i>	328
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНВЕЙЕРНОГО ТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА <i>Елкина Д.И.</i>	333
КИТАЙ МОЖЕТ НЕ ПРЕКРАЩАТЬ ДОБЫЧУ УГЛЯ <i>Елкина Д.И.</i>	338
ПРИМЕНЕНИЕ ШАХТНОГО МЕТАНА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ <i>Панфилов В.Д., Лесных А.С.</i>	342
ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ: ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА И МЕТОДЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Панфилов В.Д., Борзых Д.М.</i>	345
АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИИ И СПОСОБОВ СНИЖЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В АТМОСФЕРЕ <i>Турмий Я.А., Рязанова Е.М.</i>	351
АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОБЫТИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ШАХТАХ КУЗБАССА <i>Кротков И.А., Шмидт Н.А.</i>	354
МЕТОДИКА БЕЗОПАСНОГО ВЕДЕНИЯ ГОРНЫХ РАБОТ В ГЕОДИНАМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ЗОНАХ <i>Кротков И.А., Шмидт Н.А.</i>	358
ОСОБЕННОСТИ АТТЕСТАЦИИ ПО ТЕМЕ «ТЕХНОЛОГИЯ ОТРАБОТКИ МОЩНЫХ ПЛАСТОВ» СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.04 «ГОРНОЕ ДЕЛО» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБУЧАЮЩЕ-ТЕСТИРУЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ <i>Лесных А.С.</i>	362
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «ВЕНТИЛЯЦИЯ» ДЛЯ АНАЛИЗА И ОПТИМИЗАЦИИ СХЕМ ПРОВЕТРИВАНИЯ ВЫЕМОЧНЫХ УЧАСТКОВ <i>Лесных А.С.</i>	365
ПРОГНОЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ <i>Мячиков К.В., Юрченко С.П., Лесных А.С.</i>	369

ПУТИ ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ДЕГАЗАЦИОННЫХ СКВАЖИН НА ЭТАПАХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ И ЗАБЛАГОВРЕМЕННОЙ ДЕГАЗАЦИИ <i>Алькова Ш.Ю.</i>	372
АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА ПАРАМЕТРЫ УСТОЙЧИВОСТИ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ» <i>Климкин М.А., Агеев Дан.А., Курдюков М.О.</i>	375
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ» НА БЛИЖАЙШИЕ НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ <i>Агеев Д.А.</i>	380
ПРИМЕНЕНИЕ НЕЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИНИЦИИРОВАНИЯ ПРИ ВЗРЫВНЫХ РАБОТАХ В УСЛОВИЯХ АО «РАЗРЕЗ «СТЕПАНОВСКИЙ» <i>Апенкин В.Е.</i>	382
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПТК «BLAST MAKER» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСХОДА ВВ В УСЛОВИЯХ РАЗРЕЗА «БЕРЁЗОВСКИЙ» <i>Сентюрев С.А.</i>	385
IV МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ТЕХНОЛОГИИ, МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЕ	388
ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТЕНДОВ СУШКИ И РАЗОГРЕВА СТАЛЕРАЗЛИВОЧНЫХ КОВШЕЙ <i>Красильников В.В., Никитин Д.А., Запольская Е.М.</i>	388
ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ОБЕЗУГЛЕРОЖЕННЫХ СЛОЕВ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ КОВШЕВЫХ ОГНЕУПОРОВ <i>Кувшинникова Н.И., Запольская Е.М.</i>	396
АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ СПЛАВА Al-Mg, ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКЕ <i>Панченко И.С., Гэн Я., Розенштейн Е.О.</i>	400
ПЛАЗМОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ НАНОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ВОЛЬФРАМА И ЕГО СОЕДИНЕНИЙ <i>Шагиев Р.Р., Шагиев Э.Р., Баротов Ф.Б.</i>	402
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ИЗВЕСТКОВОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «ЕВРАЗ ЗСМК» <i>Коряковцева О.В.</i>	406
ТЕХНОЛОГИЯ ВВОДА НАНОМАТЕРИАЛОВ В РАСПЛАВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРИСТЫХ ЛИТЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Чирков А.В., Скрылев М.А.</i>	411
ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ <i>Скрылев М.А., Чирков А.В.</i>	416
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ТОРМОЗНОГО СТЕНДА ДЛЯУЧЕБНОЙ ЛАБОРАТОРИИ «ШАССИ И ТРАНСМИССИЯ АВТОМОБИЛЕЙ» <i>Андреев К.А.</i>	421

ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СТАНЦИИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ СО СТАНЦИЕЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ	
<i>Смирнов Д.Д.</i>	426
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕЖДУ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПУТЯМИ НЕОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ	
<i>Смирнов Д.Д.</i>	430
ГОРОДСКАЯ СРЕДА КАК ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ	
<i>Минаева У.Е.</i>	433
ОТНОШЕНИЕ МИРОВОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СООБЩЕСТВА К ПАРИЖСКОМУ СОГЛАШЕНИЮ	
<i>Кириляк М.В.</i>	436
КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КРИВОШИПНО-ПОЛЗУННОГО МЕХАНИЗМА ПРЕССА	
<i>Худжаев У.О.</i>	440

Научное издание

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Выпуск 25

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,
аспирантов и молодых ученых*

Часть V

Под общей редакцией

Н.А. Козырева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 20.09.2021 г.

Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26,4. Уч.-изд. л. 28,8. Тираж 300 экз. Заказ № 199

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ